

訂正版

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年11 月25 日 (25.11.2004)

PCT

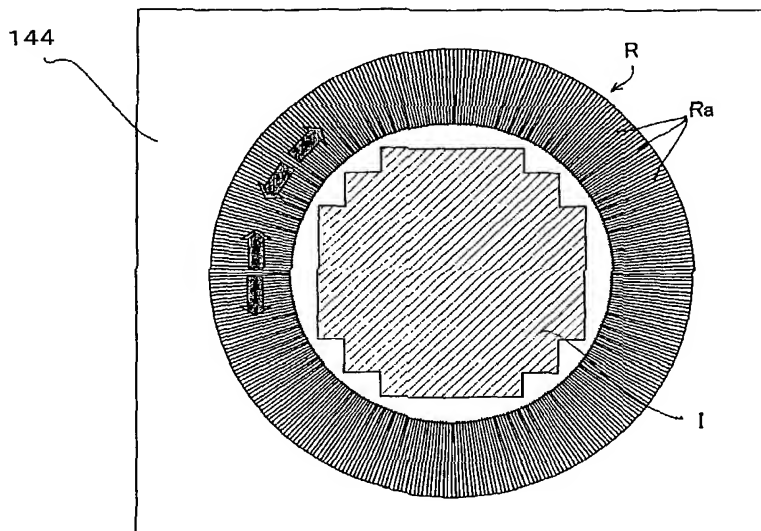
(10) 国際公開番号
WO 2004/102542 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G11B 7/0065, 7/09, 7/125, 7/135, G03H 1/04, 1/22 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 堀米 秀嘉 (HORI-MAI, Hideyoshi) [JP/JP]; 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2 丁目 5 番 1 号 日総第 1 3 ビル 7 階 株式会社オプトウエア内 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/006464 (74) 代理人: 中尾 俊輔, 外 (NAKAO, Shunsuke et al.); 〒1010047 東京都千代田区内神田 1 丁目 3 番 5 号 中尾・伊藤特許事務所内 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2004 年5 月13 日 (13.05.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2003-171394 2003 年5 月13 日 (13.05.2003) JP (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社オプトウエア (OPTWARE CORPORATION) [JP/JP]; 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2 丁目 5 番 1 号 日総第 1 3 ビル 7 階 Kanagawa (JP).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL INFORMATION RECORDING/REPRODUCTION DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: 光情報記録、再生装置及び方法



(57) Abstract: [PROBLEMS] To provide an optical information recording device, reproduction device, and method capable of recording and reproducing information more accurately in holographic recording and reproduction. [MEANS FOR SOLVING THE PROBLEMS] An optical information recording device includes a first spatial light modulator (I) for spatially modulating light from a light source (143) by a plurality of pixels so as to generate information light and a second spatial light modulator (R) for spatially modulating the light from the light source by a plurality of pixels so as to generate reference light. The area I of the information light and the area R of the reference light on the entrance pupil surface of an objective lens (111) are formed in such a manner that one of the areas surrounds the other area. The reference light is spatially modulated by the second spatial light modulator (R) so that no interference is generated between the

reference lights on the information recording layer 3.

(57) 要約: 【課題】 ホログラフィック記録及び再生において、より正確に情報を記録及び再生できる光情報記録装置、再生装置及び方法を提供すること。【解決手段】 光源 143 からの光を複数の画素によって空間的に変調することで情報光を生成する第一の空間光変調器 I と、光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで参照光を生成する第二の空間光変調器 R とを有し、対物レンズ 111 の入射瞳面における情報光の領域 I 及び参照光の領域 R は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されており、参照光は参照光同士が情報記録層 3 において干渉を生じ難いように第二の空間光変調器 R によって空間的に変調されている。

WO 2004/102542 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(48) この訂正版の公開日: 2005 年2 月3 日

(15) 訂正情報:

PCTガゼット セクションIIの No.05/2005 (2005 年2 月3 日)を参照

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光情報記録、再生装置及び方法

技術分野

- [0001] 本発明は、情報を担持した情報光と参照光とを対物レンズによって記録媒体に照射し、記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録する光情報記録装置及び方法、参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、参照光と記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生装置及び方法に関する。

背景技術

- [0002] ホログラフィを利用して記録媒体に情報を記録するホログラフィック記録は、一般的に、イメージ情報を持った光と参照光とを記録媒体の内部で重ね合わせ、そのときに行われる干渉パターンを記録媒体に書き込むことによって行われる。また、記録媒体に記録された情報の再生は、前記記録媒体に参照光を照射することで、干渉パターンによる回折により、イメージ情報の再生が行われる。
- [0003] 近年においては、超高密度光記録のために、ボリュームホログラフィ、特にデジタルボリュームホログラフィが実用域で開発され注目を集めている。ボリュームホログラフィとは、記録媒体の厚み方向も積極的に活用して、3次元的に干渉パターンを書き込む方式であり、厚みを増すことで回折効率を高め、多重記録を用いて記録容量の増大を図ることができるという特徴がある。そして、デジタルボリュームホログラフィとは、ボリュームホログラフィと同様の記録媒体と記録方式を用いつつも、記録するイメージ情報は2値化したデジタルパターンに限定した、コンピュータ指向のホログラフィック記録方式である。このデジタルボリュームホログラフィにおいては、例えばアナログ的な絵のような画像情報も、一旦デジタル化して、2次元デジタルパターン情報に展開し、これをイメージ情報として記録する。再生時は、このデジタルパターン情報を読み出してデコードすることで、元の画像情報に戻して表示する。これにより、再生時に信号対雑音比(SN比)が多少悪くても、微分検出を行ったり、2値化データをコード化し

エラー訂正を行ったりすることにより、極めて忠実に元の情報を再現することが可能になる。

[0004] ところで、光を利用して円板状の記録媒体に情報を記録する一般的な記録装置は、記録媒体に対して情報記録用の光を照射する光ヘッドを備えている。そして、この記録装置では、記録媒体を回転させながら、光ヘッドより記録媒体に対して情報記録用の光を照射して、記録媒体に情報を記録するようになっている。また、この記録装置において、情報記録用の光を生成するための光源としては、一般的に半導体レーザが用いられている。ホログラフィック記録においても、上記の一般的な記録装置と同様に、記録媒体を回転させながら、記録媒体に対して情報光と参照光とを照射して、記録媒体における複数の情報記録領域に順次情報を記録することが考えられる。この場合には、一般的な記録装置と同様に、情報光及び参照光用の光源としては、実用的な半導体レーザを用いることが望ましい。

[0005] ここで、図16に示す特開平2002-183975号公報(特許文献1)の光ヘッド40を示す断面図を参照して、光ヘッド40内に設けられた記録再生光学系について説明する。

[0006] 光ヘッド40は、後述する各要素を収納したヘッド本体41を有している。このヘッド本体41内の底部には、支持台42を介して半導体レーザ43が固定されていると共に、反射型の位相空間光変調器44と光検出器45が固定されている。光検出器45の受光面には、マイクロレンズアレイ46が取り付けられている。また、ヘッド本体41内において、位相空間光変調器44及び光検出器45の上方にはプリズムブロック48が設けられている。プリズムブロック48の半導体レーザ43側の端部近傍にはコリメータレンズ47が設けられている。また、ヘッド本体41の記録媒体1に対向する面には開口部が形成され、この開口部に対物レンズ11が設けられている。この対物レンズ11とプリズムブロック48との間には4分の1波長板49が設けられている。

[0007] 位相空間光変調器44は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に出射光の位相を、互いに π (rad)だけ異なる2つの値のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調することができるようになっている。位相空間光変調器44は、更に、入射光の偏光方向に対して、出射光の偏光方向を90°回転させるよう

になっている。位相空間光変調器44としては、例えば反射型の液晶素子を用いることができる。

[0008] 光検出器45は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に受光した光の強度を検出できるようになっている。また、マイクロレンズアレイ46は、光検出器45の各画素の受光面に対向する位置に配置された複数のマイクロレンズを有している。

[0009] 光検出器45としては、CCD型固体撮像素子やMOS型固体撮像素子を用いることができる。また、光検出器45として、MOS型固体撮像素子と信号処理回路とが1チップ上に集積されたスマート光センサ(例えば、文献「O plus E, 1996年9月, No. 202, 第93〜99ページ」参照。)を用いてもよい。このスマート光センサは、転送レートが大きく、高速な演算機能を有するので、このスマート光センサを用いることにより、高速な再生が可能となり、例えば、G(ギガ)ビット/秒オーダの転送レートで再生を行うことが可能となる。

[0010] プリズムブロック48は、偏光ビームスプリッタ面48aと反射面48bを有している。偏光ビームスプリッタ面48aと反射面48bのうち偏光ビームスプリッタ面48aがコリメータレンズ47寄りに配置されている。偏光ビームスプリッタ面48aと反射面48bは、共にその法線方向がコリメータレンズ47の光軸方向に対して45° 傾けられ、且つ互いに平行に配置されている。

[0011] 位相空間光変調器44は偏光ビームスプリッタ面48aの下方の位置に配置され、光検出器45は反射面48bの下方の位置に配置されている。また、4分の1波長板49と対物レンズ11は、偏光ビームスプリッタ面48aの上方の位置に配置されている。なお、コリメータレンズ47や対物レンズ11は、ホログラムレンズであってもよい。プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aは、偏光方向の違いによって、4分の1波長板49を通過する前の情報光、記録用参照光及び再生用参照光の光路と4分の1波長板49を通過した後の記録媒体1からの戻り光の光路とを分離する。

[0012] 次に、情報の記録時における記録再生光学系の作用について簡単に説明する。

[0013] 半導体レーザは、コヒーレントなS偏光の光を出射する。なお、S偏光とは偏光方向が入射面に垂直な直線偏光であり、後述するP偏光とは偏光方向が入射面に平行な直線偏光である。

- [0014] 半導体レーザ43より出射されたS偏光のレーザ光は、コリメータレンズ47によって平行光とされ、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aに入射し、この偏光ビームスプリッタ面48aで反射されて、位相空間光変調器44に入射する。
- [0015] 従来の光情報記録再生装置では、位相空間光変調器44によって、情報光と記録用参照光とを生成するようになっている。位相空間光変調器44には、位相及び強度が一定でコヒーレントな平行光が入射されるようになっている。情報の記録時において、位相空間光変調器44は、表示領域を中央で2等分して一方の半分の領域では、記録する情報に基づいて画素毎に出射光の位相を選択することによって、光の位相を空間的に変調して情報光を生成し、他方の半分の領域では、全ての画素について出射光の位相を同一にまたは空間的に変調して記録用参照光を生成していた。
- [0016] 位相空間光変調器44の出射光である情報光及び記録用参照光は、P偏光であるので、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aを透過し、4分の1波長板49を通過して円偏光の光となる。この情報光及び記録用参照光は、対物レンズ11によって集光されて記録媒体1に照射される。この情報光及び記録用参照光は、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の情報光及び記録用参照光は、拡散する光となって、再度、情報記録層3を通過する。半導体レーザ43の出力が記録用の高出力に設定されると、情報記録層3に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンが記録される。
- [0017] 記録媒体1からの戻り光は、対物レンズ11によって平行光とされ、4分の1波長板49を通過してS偏光の光となる。この戻り光は、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aで反射され、更に反射面48bで反射され、マイクロレンズアレイ46を経て、光検出器45に入射する。
- [0018] 情報の記録時において、対物レンズ11からの光ビームが記録媒体1のアドレス・サーボ領域6を通過する期間では、半導体レーザ43の出力は、再生用の低出力に設定されると共に、位相空間光変調器44は、光の位相を変調せずに、全ての画素について位相が同一の光を出射する。このときの光検出器45の出力に基づいて、基本ク

ロック、アドレス情報、フォーカスエラー信号及びトラッキングエラー情報等のアドレス・サーボ情報を得ることができる。

- [0019] 次に、情報の再生時における記録再生光学系の作用について説明する。情報の再生時には、半導体レーザ43の出力は、再生用の低出力に設定される。半導体レーザ43より出射されたS偏光のレーザ光は、コリメータレンズ47によって平行光とされ、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aに入射し、この偏光ビームスプリッタ面48aで反射されて、位相空間光変調器44に入射する。位相空間光変調器44の出射光は、全ての画素について出射光の位相が同一の再生用参照光または位相が空間的に変調された再生用参照光となる。また、位相空間光変調器44の出射光は、偏光方向が90°回転されてP偏光の光となる。
- [0020] 位相空間光変調器44の出射光である再生用参照光は、P偏光であるので、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aを透過し、4分の1波長板49を通過して円偏光の光となる。この再生用参照光は、対物レンズ11によって集光されて記録媒体1に照射される。この再生用参照光は、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の再生用参照光は、拡散する光となって、再度、情報記録層3を通過する。再生用参照光によって、情報記録層3より再生光が発生される。
- [0021] 記録媒体1からの戻り光は、再生光と再生用参照光とを含む。この戻り光は、対物レンズ11によって平行光とされ、4分の1波長板49を通過してS偏光の光となる。この戻り光は、プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aで反射され、更に反射面48bで反射され、マイクロレンズアレイ46を経て、光検出器45に入射する。この光検出器45の出力に基づいて、記録媒体1に記録された情報を再生することができる。
- [0022] 情報の再生時において、対物レンズ11からの光ビームが記録媒体1のアドレス・サーボ領域6を通過する期間では、光検出器45の出力に基づいて、基本クロック、アドレス情報、フォーカスエラー信号及びトラッキングエラー情報等のアドレス・サーボ情報を得ることができる。
- [0023] なお、位相空間光変調器44は光の偏光方向を回転させないものであってもよい。この場合には、図16におけるプリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aを半

反射面に変更する。あるいは、プリズムブロック48と位相空間光変調器44との間に、4分の1波長板を設け、プリズムブロック48からのS偏光の光を4分の1波長板によって円偏光の光に変換して位相空間光変調器44に入射させ、位相空間光変調器44からの円偏光の光を4分の1波長板によってP偏光の光に変換して、偏光ビームスプリッタ面48aを透過させるようにしてもよい。また、各画素毎に出射光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定できる位相空間光変調器としては、液晶を用いたものに限らず、例えば、マイクロミラーデバイスを用いて、入射光の進行方向について、各画素毎に反射面の位置を調整するようにした構成したものでもよい。

- [0024] また、米国特許6108110号公報(特許文献2)に示すような光情報記録再生装置においては、複数の画素を有する空間光変調器によって情報波を生成し、空間光変調器の周囲に配置された光拡散器によって参照光を生成し、記録媒体の情報記録層において干渉を生じさせていた。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0025] しかしながら、従来のホログラフィック記録を用いて、本発明者が実際に情報の記録再生を行ったところ種々の不具合を発見した。
- [0026] 特許文献1の光情報記録再生装置のように、位相空間光変調器44の表示領域を中央で2等分して一方の領域で情報光を他方の領域で参照光を生成すると、他方の領域に参照光が局在化してしまう。参照光が局在化すると、情報光の中でも参照光の領域の近くに位置する情報光は、参照光と干渉して干渉パターンを形成するが、参照光の領域から離れていくにつれて情報光と参照光との干渉が弱くなり干渉パターンが形成されなくなってしまう。このため、局在化した参照光を用いると、情報が不均一に記録され、正確に情報を記録及び再生することができなかった。この点については、後に実験結果を示して説明する。
- [0027] 更に、特許文献1の光情報記録・再生装置においては、位相空間光変調器44の出射光は、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と、全ての画素について出射光の位相が同一の記録用参照光または位相が空間的に変調された記録用参照光とは、位相空間光変調器44の有効面積の半分ずつとされ、

共に、半月状の領域に照射されるようになされる。これは、情報が半分しか記録されないことを意味するものであり、その情報量の少ないことは、1つの解決すべき課題であると考えられる。

[0028] また、ホログラフィック記録の実用化を妨げていた特に大きな問題は、情報の記録再生において多量のノイズが発生し、SN比が小さい点であった。

[0029] 図8(A)は、特許文献2のホログラフィック記録を用いて記録した情報を再生したものである。図8(A)においては、特許文献2の光情報記録再生装置のように、マトリクス状の複数の画素で空間的に変調された情報光と情報光の領域の周囲に配置された拡散板を用いて一様に変調された参照光とを用いて記録したホログラフィを再生した再生像である。図8(A)に示すように、従来のホログラフィック記録再生では、再生像の各画素の輪郭が歪んでしまい正確に情報を再生することができなかった。

[0030] 本発明者らは、このノイズの原因が記録用参照光にあることを見いだした。つまり、従来、記録用参照光は、拡散光となるように拡散板により、所定の発散角を持った光線として成形されている。

[0031] 図17は、従来のホログラフィック記録における情報光と記録用参照光との関係を示す概念図である。情報光81及び記録用参照光82(図17では太線で示している)は、上方から対物レンズ83(図17では直線で示している)に入射して、記録媒体の情報記録層84の所定の領域に照射される。そして、情報記録層84は、情報光81及び記録用参照光82が干渉することによって生じる干渉パターンを立体的、すなわち情報記録層84の平面方向だけではなく厚さ方向においても情報として記録することができる。

[0032] 図18は、従来の記録用参照光82を生成する記録用参照光生成手段のうち断面形状に関係する部分を図示した概略図である。従来の記録用参照光82を生成する記録用参照光生成手段は、情報光の領域を開口にして参照光の領域のみに拡散板85を配置したり、拡散板85に接して遮光マスク86を配置することで、記録用参照光82の断面形状を決定していた。

[0033] このため、図17及び図18に示すように、対物レンズ83に至るまでの間に発散し、遮光マスク86や開口によって決定される断面形状よりも広がりをもっていた。

- [0034] その結果、記録用参照光82は、遮光マスク86や開口によって遮光された部分にも発散して対物レンズ83に入射するので、情報記録層84において記録用参照光82同士も重なりを生じ、干渉パターン87(図17及び図18においては斜線を付した)を形成してしまっていた。この記録用参照光82同士による干渉パターン87は、記録媒体に記録させた情報のノイズとなり、正確な記録を妨げるものであった。
- [0035] 更に、特許文献1に示すように記録媒体に反射層が設けられている場合、記録媒体に入射した記録用参照光は、記録媒体の情報記録層を通過した後に、記録媒体の反射層で反射され、再び情報記録層を通過する。そして、記録用参照光の反射光同士も情報記録層84において重なりを生じるので、干渉パターンを形成していたのである。
- [0036] 加えて、記録容量の大きいホログラフィック記録において、情報のセキュリティ対策も問題点の一つであった。
- [0037] 本発明はこれらの点に鑑みてなされたものであり、ホログラフィック記録及び再生において、より正確に情報を記録及び再生できる光情報記録装置、再生装置及び方法を提供することを目的とする。
- [0038] また、本発明は、記録情報量が大きく、ノイズ発生が少なく、情報の暗号化が可能で、情報のセキュリティも高く、アドレス・サーボ情報も確実に得ることのできる光情報記録・再生装置及び光情報記録・再生方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0039] 前述した目的を達成するため、本発明の光情報記録装置は、情報を担持した情報光と参照光とを対物レンズによって記録媒体に照射し、前記記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録する光情報記録装置であって、光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記情報光を生成する第一の空間光変調器と、前記光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する第二の空間光変調器とを有し、前記対物レンズの入射瞳面における前記情報光の領域及び前記参照光の領域が、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されており、前記参照光が参照光同士が前記情報記録層において干渉を生じ難いように前記第二の空間光変調器によって

空間的に変調されている。

[0040] また、本発明の他の光情報記録装置は、光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記情報光を生成する第一の空間光変調器と、前記光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する第二の空間光変調器とを有し、前記対物レンズの入射瞳面における前記参照光の領域が、前記情報光の領域を取り囲むように形成されており、前記参照光が、前記参照光の領域内において、前記情報光の領域から放射状に広がる複数の放射状パターンに前記第二の空間光変調器によって空間的に変調されている。

[0041] また、本発明の他の光情報記録装置は、光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記情報光を生成する第一の空間光変調器と、前記光源からの光の強度を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する第二の空間光変調器とを有し、前記対物レンズの入射瞳面における前記参照光の領域が、前記情報光の領域を取り囲むように形成されている。

[0042] 更に、上記のいずれかの光情報記録装置において、前記第一の空間光変調器及び前記第二の空間光変調器は、共通の空間光変調器の第一の表示領域及び第二の表示領域からなってもよい。そして、前記空間光変調器は、光の強度を変調できる複数の画素を有し、前記複数の画素の位置に応じて出射光の位相が異なってもよい。加えて、前記空間光変調器における出射光の位相の分布は、前記参照光の進行方向を光学系の光軸方向以外の方向に偏向させる周期パターンを有してもよい。

[0043] 本発明の光情報記録方法は、情報を担持した情報光と参照光とを対物レンズによって記録媒体に照射し、前記記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録するであって、前記情報光及び前記参照光が、いずれも複数の画素によって空間的に変調され、前記対物レンズの入射瞳面における前記情報光の領域及び前記参照光の領域が、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成され、前記参照光が参照光同士が前記情報記録層において干渉を生じ難いように空間的に変調されていることを特徴とする。

[0044] また、本発明の他の光情報記録方法は、前記情報光及び前記参照光が、いずれも

複数の画素によって空間的に変調され、前記対物レンズの入射瞳面における前記参照光の領域が、前記情報光の領域を取り囲むように形成され、前記参照光が、前記参照光の領域において、前記情報光の領域から放射状に広がる複数の放射状パターンに空間的に変調されていることを特徴とする。

- [0045] 更に、上記の光情報記録方法において、前記情報光の領域の中心、前記参照光の領域の中心及び前記複数の放射状パターンの仮想中心点が光学系の光軸であってもよい。
- [0046] 更に、上記の光情報記録方法において、前記複数の放射状パターン間における仮想中心角を変化させる又は前記複数の放射状パターンを仮想中心点を中心として回転させることでパターン形状の異なる複数の参照光を形成し、前記情報記録層の重畳する複数の領域に前記パターン形状の異なる複数の参照光を用いて複数の干渉パターンを多重記録してもよい。
- [0047] また、本発明の他の光情報記録方法は、前記情報光及び前記参照光が、いずれも複数の画素によって空間的に変調され、前記対物レンズの入射瞳面における前記参照光の領域が、前記情報光の領域を取り囲むように、且つ前記参照光の領域の中心に対して非対称となるように形成されていることを特徴とする。
- [0048] また、本発明の他の光情報記録方法は、前記情報光及び前記参照光が、いずれも複数の画素によって光の強度が空間的に変調され、前記対物レンズの入射瞳面における前記情報光の領域及び前記参照光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されていることを特徴とする。
- [0049] 更に、上記の光情報記録方法において、前記情報光の領域の方が前記参照光の領域よりも広く、前記参照光の領域における単位面積当りの光の強度の方が前記情報光の領域における単位面積当りの光の強度よりも大きくてもよい。
- [0050] 更に、上記いずれかの光情報記録方法において、前記情報光及び前記参照光は、同一の空間光変調器によって空間的に変調されていてもよく、前記参照光は、前記空間光変調器によって、光の強度及び位相が空間的に変調されていてもよい。そして、前記参照光は、前記空間光変調器によって、進行方向を光学系の光軸方向以外の方向に偏向されていてもよい。

- [0051] 本発明の光情報再生装置は、参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、前記参照光と前記記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生装置であって、前記光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する空間光変調器を有し、前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域及び当該入射瞳面における前記再生光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されており、前記参照光は参照光同士が前記情報記録層において干渉を生じ難いように前記空間光変調器によって空間的に変調されていることを特徴とする。
- [0052] また、本発明の他の光情報再生装置は、光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する空間光変調器を有し、前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域が、当該入射瞳面における前記再生光の領域を取り囲むように形成されており、前記参照光が、前記参照光の領域において、前記再生光の領域から放射状に広がる複数の放射状パターンに前記空間光変調器によって空間的に変調されていることを特徴とする。
- [0053] また、本発明の他の光情報再生装置は、光源からの光の強度を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する空間光変調器を有し、前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域及び当該入射瞳面における前記再生光の領域が、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されていることを特徴とする。
- [0054] 更に、上記のいずれかの光情報再生装置において、前記空間光変調器は、光の強度を変調できる複数の画素を有し、前記複数の画素の位置に応じて出射光の位相が異なってもよい。そして、前記空間光変調器における出射光の位相の分布は、前記参照光の進行方向を光学系の光軸方向以外の方向に偏向させる周期パターンを有していてもよい。
- [0055] 本発明の光情報再生方法は、参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、前記参照光と前記記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生方法であって

、前記参照光が、複数の画素によって空間的に変調され、前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域及び当該入射瞳面における前記再生光の領域が、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成され、前記参照光が参照光同士が前記情報記録層において干渉を生じないように前記空間光変調器によって空間的に変調されていることを特徴とする。

[0056] また、本発明の他の光情報再生方法は、前記参照光が、複数の画素によって空間的に変調され、前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域が、当該入射瞳面における前記再生光の領域を取り囲むように形成され、前記参照光が、前記参照光の領域において、前記再生光の領域から放射状に広がる複数の放射状パターンに空間的に変調されていることを特徴とする。

[0057] 更に、上記の光情報再生方法において、前記参照光の領域の中心及び前記複数の放射状パターンの仮想中心点が光学系の光軸であってもよい。

[0058] また、本発明の他の光情報再生方法は、前記参照光が、複数の画素によって空間的に変調され、前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域が、当該入射瞳面における前記再生光の領域を取り囲むように、且つ前記参照光の領域の中心に対して非対称となるように形成されていることを特徴とする。

[0059] また、本発明の他の光情報再生方法は、参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、前記参照光と前記記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生方法であって、前記参照光が、複数の画素によって光の強度が空間的に変調され、前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域及び当該入射瞳面における前記再生光の領域が、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されていることを特徴とする。

[0060] 更に、上記のいずれかの光情報再生方法において、前記参照光は、空間光変調器によって、光の強度及び位相が空間的に変調されていてもよい。そして、前記参照光は、前記空間光変調器によって、進行方向を光学系の光軸方向以外の方向に偏向されていてもよい。

- [0061] また、上記のいずれかの光情報記録装置前記記録媒体に対して情報を記録するための光源と異なるサーボ用光源と、前記サーボ用光源からの光により前記記録媒体に記録されたアドレス・サーボ情報を得るサーボ情報取得手段とを有していてもよい。
- [0062] また、上記のいずれかの情報再生装置において、前記記録媒体に対して情報を記録するための光源と異なるサーボ用光源と、前記サーボ用光源からの光により前記記録媒体に記録されたアドレス・サーボ情報を得るサーボ情報取得手段とを有していてもよい。

発明の効果

- [0063] 以上説明した本発明によれば、ホログラフィック記録及び再生において、より正確に情報を記録及び再生できる光情報記録装置、再生装置及び方法を得ることができる。
- [0064] また、記録情報量を大きくすることも、ノイズ発生を少なくすることも、情報の暗号化が可能で、情報のセキュリティを高くすることも、アドレス・サーボ情報を確実に得ることもできる光情報記録・再生装置及び光情報記録・再生方法を得ることができる。
- [0065] 具体的には、発明の実施形態において詳述する。

図面の簡単な説明

- [0066] [図1]本発明の光情報記録・再生装置の実施形態を示す断面図
[図2]空間光変調器における出射光の位相の分布を示す平面図
[図3]情報光及び参照光の空間変調パターンを示す平面図
[図4](a)は記録時の情報光及び参照光の空間変調パターン、(b)は再生時の参照光の空間変調パターンを示す説明図
[図5]参照光の局在化による影響を説明する図
[図6](A)及び(B)は情報光と参照光の空間変調パターンを示す平面図
[図7]本発明の情報光と参照光との関係を示す概念図
[図8](A)は従来のホログラフィック記録による再生像、(B)は本発明のホログラフィック記録による再生像を示す平面図
[図9]放射状パターンの参照光の選択性を説明する図

[図10]放射状パターンの参照光の選択性を説明する図

[図11]放射状パターンの参照光の選択性を説明する図

[図12]参照光の進行方向を光軸方向以外に向けた時の説明図

[図13]参照光の進行方向を光軸方向以外に向けた時の説明図

[図14](A)及び(B)は参照光の領域を示す平面図

[図15](A)は記録時の情報光及び参照光の空間変調パターン、(B)は再生時の参照光の空間変調パターン、(C)は再生像を示す平面図

[図16]従来の光情報記録・再生装置を示す断面図

[図17]従来の情報光と記録用参照光との関係を示す概念図

[図18]従来の記録用参照光生成手段の一部の概略図

発明を実施するための最良の形態

[0067] 以下、本発明の実施の形態を図面により説明する。

[0068] 図1は本発明の光情報記録・再生装置の一実施形態を示す。

[0069] 図1は本実施形態の光情報記録・再生における光ヘッド140の断面を示している。

[0070] この光ヘッド140は、後述する各要素を搭載したヘッド本体141を有している。このヘッド本体141内のベース部には、支持台142を介して半導体レーザ143(青色レーザ)が固定されていると共に、反射型の空間光変調器144と光検出器145が固定されている。光検出器145の受光面には、マイクロレンズアレイ(図示せず)が取り付けられている。また、ヘッド本体141内において、空間光変調器144及び光検出器145の上方にはプリズムブロック148が設けられている。プリズムブロック148の半導体レーザ143側の端部近傍にはコリメータレンズ147が設けられている。また、ヘッド本体141の記録媒体1に対向する面側には対物レンズ111が設けられている。この対物レンズ111とプリズムブロック148との間には4分の1波長板149が設けられている。

[0071] 空間光変調器144は、格子状に配列された複数の画素を有し、各画素毎に出射光の位相又は／及び強度を変調することができるように構成されている。空間光変調器144としては、DMD(デジタル・マイクロミラー・デバイス)や液晶素子を使用することができる。DMDは、入射した光を画素ごとに反射方向を変えることで強度を変調した

り、入射した光を画素ごとに反射位置を変えることで位相を空間的に変調することができる。液晶素子は、画素ごとに液晶の配向状態を制御することで、入射した光の強度や位相を空間的に変調することができる。

[0072] 例えば、各画素毎に出射光の位相を、互いに π ラジアンだけ異なる2つの値のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調することができ、各画素毎に出射光のオンとオフを制御することで光の強度を空間的に変調することができる。空間光変調器144は、更に、入射光の偏光方向に対して、出射光の偏光方向を90°回転させるようになっている。なお、空間光変調器としては、図1に示す光ヘッド140においては、反射型のものしか使用できないが、透過型のものを光路の途中に配置することもできる。

[0073] 空間光変調器144は、光源143からの光を複数の画素によって空間的に変調することで情報光及び参照光を生成することができる。図1においては、共通の空間光変調器によって情報光及び参照光を形成しているが、ビームスプリッタで光源143からの光を分割し、情報光を形成する空間光変調器及び参照光を形成する空間光変調器を設けてもよい。図1のように共通の空間光変調器144によって情報光及び参照光を生成する場合、空間光変調器144に第一の表示領域及び第二の表示領域を設定し、それぞれ情報光又は参照光のどちらかを生成すればよい。

[0074] また、複数の画素によって光の強度を空間的に変調する空間光変調器において、画素の位置に応じて出射光の位相を異ならせてもよい。図2は、空間光変調器170における出射光の位相の分布を示すものである。図2においては、変調される出射光の位相を模様によって表現している。空間光変調器170の領域171においては第一の位相の出射光が形成され、領域172においては第二の位相の出射光が形成され、領域173においては第三の位相の出射光が形成され、領域174においては第四の位相の出射光が形成される。位相の分布は、ランダムであってもよいし、周期的なパターンを有していてもよい。

[0075] この空間光変調器170の複数の画素によって光の強度が空間的に変調されると、変調された画素の位置に応じて位相も変化するため、情報光又は参照光は位相及び強度が空間的に変調されることになる。このような構成とするには、位相の分布を

有するフィルムや光学素子を空間光変調器に設ければよい。

- [0076] 一般的に、複数の画素によって光の位相を空間的に変調する空間光変調器は、変調速度が遅く、変調パターンの切り替えに時間がかかっていたが、複数の画素によって光の強度を空間的に変調する空間光変調器において、画素の位置に応じて出射光の位相を異ならせることで、異なる位相の射出光を容易に得ることができる。そして、参照光の強度及び位相が異なることにより、参照光の空間変調パターンのバリエーションを増加させることができ記録する情報のより高密度化及び多値化を図ることができる。
- [0077] 光検出器145は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に受光した光の強度を検出できるようになっている。また、各画素に再生光を収束させるために、光検出器145の各画素の受光面に対向する位置に配置された複数のマイクロレンズを有するマイクロレンズアレイ(図示せず)を設けてもよい。
- [0078] 光検出器145としては、CCD型固体撮像素子やMOS型固体撮像素子を用いることができる。また、光検出器145として、MOS型固体撮像素子と信号処理回路とが1チップ上に集積されたスマート光センサ(例えば、文献「O plus E, 1996年9月, No. 202, 第93-99ページ」参照。)を用いてもよい。このスマート光センサは、転送レートが大きく、高速な演算機能を有するので、このスマート光センサを用いることにより、高速な再生が可能となり、例えば、G(ギガ)ビット/秒オーダの転送レートで再生を行うことが可能となる。
- [0079] プリズムブロック148は、偏光ビームスプリッタ面148aと反射面148bを有している。偏光ビームスプリッタ面148aと反射面148bのうち偏光ビームスプリッタ面148aがコリメータレンズ147寄りに配置されている。偏光ビームスプリッタ面148aと反射面148bは、共にその法線方向がコリメータレンズ147の光軸方向に対して45° 傾けられ、且つ互いに平行に配置されており、その間には再生光における再生用参照光を遮断するリングマスク150が設けられている。
- [0080] 空間光変調器144は偏光ビームスプリッタ面148aの下方の位置に配置され、光検出器145は反射面148bの下方の位置に配置されている。また、4分の1波長板149と対物レンズ111は、偏光ビームスプリッタ面148aの上方の位置に配置されている。

偏光ビームスプリッタ面148aと光検出器145との間には半導体レーザ143が照射する波長の光以外の波長を有する光(本実施の形態においては後述する半導体レーザ153の光)を遮断する波長フィルタ151が配設されている。なお、コリメータレンズ147や対物レンズ111は、ホログラムレンズであってもよい。プリズムブロック148の偏光ビームスプリッタ面148aは、偏光方向の違いによって、4分の1波長板149を通過する前の情報光、記録用参照光及び再生用参照光の光路と4分の1波長板149を通過した後の記録媒体1からの戻り光の光路とを分離する。

- [0081] ヘッド本体141のベース部の図1の左側の記録媒体1に対して情報を記録するための光源半導体レーザ143と異なるサーボ用光源となる半導体レーザ153(赤色レーザ)が、半導体レーザ143に対向して同一光軸上に支持台152を介して固定されていると共に、サーボ用光源からの光により記録媒体1のサーボ領域6に記録されたアドレス・サーボ情報を得るサーボ情報取得手段154が固定されている。このサーボ情報取得手段154の上方にはプリズムブロック155が設けられている。プリズムブロック155の偏光ビームスプリッタ面155aは、他方のプリズムブロック148の反射面148bと平行となるように配置されており、偏光ビームスプリッタ面155aと反射面148bの間には半導体レーザ153が照射する波長の光以外の波長を有する光(本実施の形態においては半導体レーザ143の光)を遮断する波長フィルタ156が配設されている。
- [0082] 次に、本実施形態の光情報記録再生装置の情報の記録時における記録光学系の基本的な動作及び作用を説明する。
- [0083] 半導体レーザ143は、コヒーレントなS偏光の光(図1において破線)を出射する。なお、S偏光とは偏光方向が入射面に垂直な直線偏光であり、後述するP偏光とは偏光方向が入射面に平行な直線偏光である。
- [0084] 半導体レーザ143より出射されたS偏光のレーザ光は、コリメータレンズ147によって平行光とされ、プリズムブロック148の偏光ビームスプリッタ面148aに入射し、この偏光ビームスプリッタ面148aで反射されて、空間光変調器144に入射する。
- [0085] そして、空間光変調器144の複数の画素によって空間的に変調された情報光及び記録用参照光が出射される。また、情報光及び記録用参照光は、空間光変調器144によって偏光方向が90°回転されてP偏光の光とされる。

- [0086] 空間光変調器144の出射光である情報光及び記録用参照光は、P偏光であるので、プリズムブロック148の偏光ビームスプリッタ面148aを透過し、4分の1波長板149を通過して円偏光の光となる。この情報光及び記録用参照光は、対物レンズ111によって集光されて記録媒体1に照射される。この情報光及び記録用参照光は、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の情報光及び記録用参照光は、拡散する光となって、再度、情報記録層3を通過する。
- [0087] 半導体レーザ143の出力が記録用出力に設定されると、情報記録層3に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンが記録される。
- [0088] 記録媒体1からの戻り光は、対物レンズ111によって平行光とされ、4分の1波長板149を通過してS偏光の光となる。この戻り光は、プリズムブロック148の偏光ビームスプリッタ面148aで反射され、更に反射面148bで反射され、マイクロレンズアレイを経て、光検出器145に入射する。
- [0089] 情報の記録時及び再生時において、他方のサーボ用光源である半導体レーザ153から照射された赤色光(図1において一点鎖線)の光ビームは、プリズムブロック155の偏光ビームスプリッタ面155aを通過し、続いてプリズムブロック148の偏光ビームスプリッタ面148aによって反射されて、4分の1波長板149を通過して、対物レンズ111によって平行光とされて記録媒体1に照射される。その後、記録媒体1からの戻り光は、対物レンズ111によって平行光とされ、4分の1波長板149を通過してプリズムブロック148の偏光ビームスプリッタ面148aで反射され、更に反射面155aで反射され、サーボ情報取得手段154に入射する。なお、この際に戻り光はプリズムブロック148の反射面148bにおいて光検出器145側に反射されるが、波長フィルタ151により光検出器145への入力が遮断される。この赤色光ビームが記録媒体1のアドレス・サーボ領域6を通過する期間においては、サーボ情報取得手段154の出力に基づいて、基本クロック、アドレス情報、フォーカスエラー信号及びトラッキングエラー情報等のアドレス・サーボ情報を得ることができる。
- [0090] なお、プリズムブロック148の反射面148bとして、波長選択性を持たせて、サーボ用光源からの光を透過するように構成させることもできる。

- [0091] 更に、本実施形態の光情報記録再生装置の情報の再生時における再生光学系の基本的な動作及び作用を説明する。
- [0092] 情報の再生時には、半導体レーザ143の出力は、再生用出力に設定される。半導体レーザ143より出射されたS偏光のレーザ光は、コリメータレンズ147によって平行光とされ、プリズムブロック148の偏光ビームスプリッタ面148aに入射し、この偏光ビームスプリッタ面148aで反射されて、空間光変調器144に入射する。空間光変調器144の複数の画素によって空間的に変調された再生用参照光が出射される。また、再生用参照光は、空間光変調器144によって偏光方向が90°回転されてP偏光の光とされる。
- [0093] 空間光変調器144の出射光である再生用参照光は、P偏光であるので、プリズムブロック148の偏光ビームスプリッタ面148aを透過し、4分の1波長板149を通過して円偏光の光となる。この再生用参照光は、対物レンズ111によって集光されて記録媒体1に照射される。この再生用参照光は、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の再生用参照光は、拡散する光となって、再度、情報記録層3を通過する。再生用参照光によって、情報記録層3より再生光が発生される。
- [0094] 記録媒体1からの戻り光は、再生光と再生用参照光とを含む。この戻り光は、対物レンズ111によって平行光とされ、4分の1波長板149を通過してS偏光の光となる。この戻り光は、プリズムブロック148の偏光ビームスプリッタ面148aで反射され、リングマスク150によって再生用参照光部分を除去され、続いて反射面148bで反射され、マイクロレンズアレイを経て、光検出器145に入射する。この光検出器145の出力に基づいて、記録媒体1に記録された情報を再生することができる。
- [0095] 情報の再生時において、サーボ用光源である半導体レーザ153から照射された赤色光(図1において鎖線)の光ビームが対物レンズ111から戻る際に、当該赤色光ビームが記録媒体1のアドレス・サーボ領域6を通過する期間においては、サーボ情報取得手段154の出力に基づいて、基本クロック、アドレス情報、フォーカスエラー信号及びトラッキングエラー情報等のアドレス・サーボ情報を得ることができる。
- [0096] なお、空間光変調器144は光の偏光方向を回転させないものであってもよい。この

場合には、図1におけるプリズムブロック148の偏光ビームスプリッタ面148aを半反射面に変更する。あるいは、プリズムブロック148と空間光変調器144との間に、4分の1波長板を設け、プリズムブロック148からのS偏光の光を4分の1波長板によって円偏光の光に変換して空間光変調器144に入射させ、空間光変調器144からの円偏光の光を4分の1波長板によってP偏光の光に変換して、偏光ビームスプリッタ面148aを透過させるようにしてもよい。

- [0097] このように、記録媒体に対して情報を記録するための光源である半導体レーザ143と異なるサーボ用光源となる半導体レーザ153と、サーボ用光源からの光により記録媒体1に記録されたアドレス・サーボ情報を得るサーボ情報取得手段154を形成しているので、コンパクトな構成になりしかもアドレス・サーボ情報も確実に得ることができ
る。
- [0098] そして、以下に空間光変調器による情報光及び参照光の空間的な変調パターンについて詳述する。
- [0099] 図3及び図4(a)は、対物レンズ111の入射瞳面における情報光及び参照光の空間変調パターンを示す図であり、図4(b)は参照光の空間変調パターンを示す図である。対物レンズ111の入射瞳面とは、空間光変調器によって空間的に変調された情報光及び参照光が結像する面である。なお、図1の光ヘッド140においては空間光変調器144の位置が対物レンズ111の入射瞳面であり、空間光変調器144の第一の表示領域及び第二の表示領域がそれぞれ情報光の領域及び参照光の領域となる。
- [0100] 図3及び図4(a)に示すように、対物レンズ111の入射瞳面において空間変調パターンは、中心側に領域Iとそれを取り囲む領域Rの2つの領域I及びRからなっている。
。
- [0101] 中心側の領域Iの形状は、図3及び図4に示す形状に限定されるものではなく、円形状、多角形状、楕円形状など種々の形状を取りうる。また、中心側の領域Iの中で更に小さい幾つかの領域に区分されていてもよい。
- [0102] 領域Iを取り囲む領域Rの形状は、図3及び図4に示す円環状に限定されるものではなく、多角環状や多角環状と円環状を組み合わせた形状など種々の形状を取りう

る。また、領域Rは、全体が連続した一つの環となっていなくともよく、小さい幾つかの領域に区分されていてもよい(図5参照)。

[0103] 本発明のように、空間的に変調された2つの光を用いて干渉パターンを形成するホログラフィック記録の場合、空間的に変調された2つの光は、いずれもが情報光にも参照光にもなることができる。つまり、領域I及び領域Rの2つの空間的に変調された光によって記録された干渉パターンに対して、領域Iの光を再生用参照光として照射すれば領域Rの光が再生光として発生し、領域Rの光を再生用参照光として照射すれば領域Iの光が再生光として発生するのである。

[0104] 従って、2つの領域I及びRは、一方が情報光の領域であり、他方が参照光の領域であれば良く、情報光の領域及び参照光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されている。

[0105] より好ましくは、中心側の領域Iを情報光の領域とし、それを取り囲む領域Rを参照光の領域とする。これは、対物レンズ111の中心部分の方が周辺部分よりも収差が少なく光学的な品質が高いため、情報を担持する情報光を中心部分に配置すれば、より正確に情報を記録することができるからである。

[0106] 情報光の領域及び参照光の領域のいずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されていることにより、以下のような効果が生じる。

[0107] 図5(A)は、記録時における情報光と参照光のパターンを示す図である。図5(A)において、中央には四角形状の情報光の領域50が配置され、その四方を取り囲むように4つの参照光の領域51a、51b、51c、51dが配置されている。図5(A)に示す情報光及び参照光は、いずれも空間光変調器の複数の画素によって光の強度が空間的に変調されている。図5(A)に示す情報光及び参照光を干渉させて情報記録層に干渉パターンを記録した。

[0108] 図5(B)乃至(D)は、図5(A)に示す情報光及び参照光を干渉させて記録された情報記録層に再生用参照光のパターンを変えて照射した時に発生した再生光を光検出器で検出したものである。なお、本来、再生用参照光は、シャッターによって光検出器には入射しないように構成されているが、図5(B)乃至(D)においては、照射した再生用参照光の領域を明確にするため、再生用参照光をシャッターで遮光せず

に光検出器によって検出した。

- [0109] 図5(B)に示すように、再生用参照光として記録時と同様に4つの領域52a、52b、52c、52dを使用して再生した場合、再生光の領域53は、情報光の領域50と同じく四角形状であり、領域53内において複数の画素によって光の強度が空間的に変調された再生光が検出された。
- [0110] 図5(C)に示すように、再生用参照光として2つの領域54a、54bを使用して再生した場合、再生光の領域55は、四角形状の左辺と下辺と対角線で構成される略三角形状となった。また、図5(D)に示すように、再生用参照光として領域56aを使用して再生した場合、再生光の領域57は、四角形状の左辺近傍だけしか再生されなかった。
- [0111] これらの結果から、再生用参照光が局在化している場合、照射した再生用参照光の領域の近傍においては干渉して再生するが、領域から離れるに従って再生強度は低下し、ついには再生しなくなることが判る。この結果は、記録時において、ある領域51aの参照光が、領域51a近傍の情報光とは強く干渉し、干渉パターンを形成するが、領域51aから離れた位置の情報光とはあまり干渉せずに干渉パターンが形成されていないことを意味している。
- [0112] 従って、情報光の領域及び参照光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域で取り囲むように形成されていると、情報光の領域全体を均一に記録することができるのである。
- [0113] また、情報光の領域及び参照光の領域が、いずれか一方の領域を他方の領域で取り囲むように形成されていると、情報光の領域を参照光の領域よりも広面積に形成することができる。
- [0114] 図6(A)及び(B)は、対物レンズの入射瞳面における情報光と参照光の空間変調パターンを示す平面図である。図6(A)及び(B)において、中心に情報光の領域181、183が、その周囲に環状の参照光の領域182、184が配置されている。参照光の領域の外縁は対物レンズの大きさなどによって制限されているので、図6(A)に比べて図6(B)では、情報光の領域183を広くしたため、環状の参照光の領域184が狭くなっている。図6(A)と図6(B)で参照光の単位面積当りの光の強度を同じにすると、

図6(B)では参照光の強度の総和が少なくなり、情報光と参照光が十分に干渉できなくなる虞がある。このため、情報光の領域を参照光の領域よりも広くした場合は、参照光の領域における単位面積当りの光の強度を情報光の領域における単位面積当りの光の強度よりも大きくして、参照光の強度の総和を増やすことが好ましい。

- [0115] 情報光の領域における単位面積当りの光の強度に比べて参照光の領域における単位面積当りの光の強度を増やすには、参照光となるレーザの強度を増やしても良いし、空間光変調器における変調パターンを工夫して参照光の領域における出射光がオンとなる画素の密度を情報光の領域におけるそれよりも大きくしても良い。
- [0116] このような本発明によれば、広い情報光パターン表示エリアから照射される情報光によって従来に比較して記録情報量を大きくすることができる。
- [0117] 更に、空間光変調器144によって参照光は、参照光同士が情報記録層3において干渉を生じ難いように空間的に変調される。前述した図17及び図18に示したように、参照光は、発散することによって予め決められていた領域よりも広がりをもっていたために、参照光同士が情報記録層3において干渉を生じてノイズを発生させていた。
- [0118] 従って、参照光を空間的に変調する際に、参照光同士が情報記録層3において干渉を生じ難いように変調すればノイズを減らすことができる。
- [0119] 例えば、図3において、中心側の領域Iを情報光パターン表示エリアIとし、領域Iを取り囲むように形成された領域Rを参照光パターン表示エリアRとして、参照光パターン表示エリアRにおいて、情報光パターン表示エリアIから放射状に広がる複数の放射状パターンRaに参照光の強度又は位相を空間的に変調するとノイズを減らすことができる。
- [0120] 図1に示すような光ヘッド140において、参照光が発散する理由は、画素ピッチが小さい空間光変調器144が一種の回折格子を形成するので、空間光変調器144によって参照光を空間的に変調すると参照光とともに回折光が発生するためである。ところが、空間光変調器144において、参照光を放射状パターンRaに変調すれば、放射方向(情報光の領域Iへ向かう方向)については、複数の画素が同じ状態で連続するため見かけ上画素ピッチが大きくなるため、発散が制御されるのである。この結果、図7に示すように、放射状パターンに変調された参照光191は、放射方向(図7にお

いては横方向)には広がらず、対物レンズ111によって情報記録層3に照射されても参照光同士の干渉が生じない。

- [0121] なお、放射状パターンRaは、放射方向と直交する方向(図3の矢印で示す方向)については、画素ピッチが小さいので発散している。しかし、放射方向と直交する方向への発散によって参照光同士が干渉しても、情報光の領域に影響しないため、再生時のSN比は低下しない。
- [0122] 図8(B)は、放射状パターンの参照光を用いて記録した情報を再生したものである。図8(B)においては、マトリクス状の複数の画素で空間的に変調された情報光と情報光の領域を取り囲むように形成された参照光の領域において放射状パターンに変調された参照光とを用いて記録したホログラフィを再生した再生像である。図8(B)に示すように、再生像から、マトリクス状の複数の画素で空間的に変調されていることが確認でき、放射状パターンの参照光を用いると正確に情報を再生することができることが判る。
- [0123] このように、情報光の領域を取り囲むように形成された参照光の領域において、参照光が情報光の領域から放射状に広がる複数の放射状パターンに変調されていると、情報光の領域に向かう発散を制御することができ、情報のノイズを低減することができるのである。
- [0124] 放射状パターンRaとしては、各放射状パターンを延長して交差する仮想中心点が一点でもよいし、多数の仮想中心点からの放射状パターンが混在していても良い。また、複数の放射状パターンは、等間隔に配置されていても、異なる間隔で配置されていてもよい。情報光の領域の中心及びそれを取り囲むように形成された参照光の領域の中心が光軸であり、放射状パターンRaの仮想中心点が光軸であると、放射状パターンRaによって減少する発散の方向が情報光の領域となり、よりノイズ除去の効果がある。
- [0125] 更に、図9乃至図11に示すように、参照光として放射状パターンを使用すると、記録された情報の参照光パターンの選択性が高まり、多重記録や情報の暗号化に有利である。
- [0126] 図9は、記録時における情報光の空間変調パターン201と参照光の空間変調パタ

ーン202である。情報光の空間変調パターン201は、同じ大きさの正方形を下から順に4列、6列、8列、8列、8列、6列、4列と並べ、左上の正方形を除いて各正方形は中心に小さい正方形と、その周囲を点で埋め、左上の正方形は他の正方形における周辺の点を配置していない模様である。参照光の空間変調パターン202は仮想中心点から放射状に広がる放射状パターンであり、放射状パターン間の仮想中心点における交差角(仮想中心角)は 3.00° である。

- [0127] 図10は、再生用参照光の空間変調パターンであり、図10(A1)のパターン204は、記録時における参照光の空間変調パターン202と同一であり、右下の四角部分を拡大して図10(A2)に示す。図10(B1)のパターン205も、仮想中心点から放射状に広がる放射状パターンであるが、放射状パターン間の仮想中心角は 3.02° である。図10(B1)のパターン205右下の四角部分を拡大して図10(B2)に示す。図10(A2)と図10(B2)を見比べても、両者が異なるパターンであることは判らない。
- [0128] 図11(A)は、空間変調パターン204の参照光で再生した再生像であり、図11(B)は、空間変調パターン205の参照光で再生した再生像である。図11から、放射状パターン間の仮想中心角が 0.02° 違うだけで、情報をほとんど再生することができないことが確認された。
- [0129] また、図10(A1)のパターン204を仮想中心点を軸として 0.02° 回転させただけでも、図11(B)のように情報をほとんど再生することができなかった。
- [0130] 以上のとおり、放射状パターンの参照光は、参照光パターンの選択性が高いので、複数の放射状パターン間における仮想中心角を変化させたり、複数の放射状パターンを回転させることで複数の参照光を形成し、情報記録層の重畳する複数の領域に複数の干渉パターンを多重記録した場合、再生時において、重畳する領域に記録された他の干渉パターンから発生するノイズが少なく好ましい。
- [0131] また、記録時の参照光の放射状パターンを秘密にすることで、情報の安全性を高めることができる。更には、人間の瞳の虹彩パターンを放射状パターンとして情報を記録することにより、情報の暗号化をすることができるのである。
- [0132] また、参照光を空間的に変調する際に、参照光同士が情報記録層3において干渉を生じ難いようにするために、空間光変調器において変調される位相の分布が、参

照光の進行方向を光学系の光軸方向以外の方向に偏向される周期パターンを有するようにしてもよい。

- [0133] 位相を空間的に変調できる空間光変調器を利用して、変調される位相の分布に空間的な周期性を持たせることで、射出光を偏向できる。この空間光変調器として、図2において説明した画素の位置に応じて出射光の位相を異ならせる空間光変調器を利用することもできる。
- [0134] そして、参照光の進行方向を光軸方向以外に向けると、対物レンズによって記録媒体に照射した時に参照光同士の干渉を減らすことができる。図12及び図13は、参照光の進行方向を光軸方向以外に向けた時の説明図である。図12(c)は対物レンズ111を光軸方向から対物開口面であり、図12(a)及び(b)はそれぞれ図12(c)のA-A'断面及びB-B'断面図である。
- [0135] 図12に示すように、4分の1円状の参照光211は、光軸212の右下の領域211aにおいて対物レンズ111に入射するが、進行方向が偏向されているため、対物レンズ111によって光学系の光軸212とは異なる位置213に焦点を結ぶように進み、情報記録層214の底においては領域211bのように照射される。このため、図13(b)に示すように、円形の参照光が照射された場合であっても、参照光が照射される位置は重ならず、参照光同士の干渉を防ぐことができる。
- [0136] なお、図13(a)から(e)の各図は、円形の参照光を順に3、4、6、8、12分割し、最上段の矢印で示すように対物レンズによって照射されるように、進行方向を光軸方向以外に向けた時の情報記録層における参照光の照射領域を最下段に示すものである。このように、参照光の進行方向を光軸方向以外に向けることで、参照光同士の干渉を少なくすることができる。
- [0137] 更に、進行方向を光軸方向以外に向けた参照光は、記録媒体の反射層によって反射された後に光軸から離れる方向に進むので、再生時において参照光を検出することによるノイズを低減することができSN比を大きくすることができる。これによりリングマスク150を省略することも可能となる。
- [0138] また、参照光を空間的に変調する際に、参照光同士が情報記録層3において干渉を生じ難いようにするために、対物レンズの入射瞳面における参照光の領域を参照

光の領域の仮想中心点に対して非対称となるように形成しても良い。

- [0139] 図14(A)、(B)は、対物レンズの入射瞳面における参照光の領域221を示す図である。図14(A)および(B)において、参照光の領域221は、仮想中心点220に対して非対称に形成されている。従来、参照光は、対称な領域に照射される参照光同士の間で干渉を生じていたが(図17及び図18参照)、図14(A)および(B)においては、参照光の領域221a, b, c, d, eに対して対称な領域222a, b, c, d, eは、参照光を形成しないため、参照光同士の干渉を防止することができるのである。なお、図14においては、円環状の参照光の領域で説明したが、この形状に限定されるものではない。また、図14(A)および(B)においては、参照光の領域が3つ及び5つであったが、奇数であれば非対称とすることができる。しかし、参照光の領域が1つの場合は、参照光が局在化するため好ましくない。
- [0140] また、図4、図5、図6及び図15に示すように、情報光の領域を取り囲むように形成された参照光の領域において、参照光の強度を空間的に変調することにより、再生時におけるノイズを低減することができる。参照光の変調パターンは、特に規則性を持たないランダムなパターンであってもよい。
- [0141] 図15(A)は記録時における情報光と参照光の変調パターンを示すものであり、図15(B)は再生時における参照光の変調パターンを示すものであり、図15(C)は再生時における再生像を示すものである。図15(A)に示すように、円形の情報光の領域において空間的に強度が変調された情報光231と、円環状の参照光の領域において空間的に強度が変調された参照光232とを用いて情報を記録した。図15(A)の参照光の空間変調パターンは特に規則性を持たないランダムなパターンである。
- [0142] その後、図15(B)に示すように、参照光232と同じ変調パターンの再生用の参照光233を照射して情報を再生して図15(C)に示す再生像234を得た。図15(C)に示す再生像234は、図15(A)の情報光231と同じパターンに空間的に変調されており、情報が正確に再生されていることが確認された。
- [0143] なお、本発明は、前述した実施の形態に限定されるものではなく、必要に応じて種々の変更が可能である。例えば、情報の記録時と再生時との光路を前記実施形態においては共通させているが、これを分離させた場合にも同様に適用することができる。

o

請求の範囲

- [1] 情報を担持した情報光と参照光とを対物レンズによって記録媒体に照射し、前記記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録する光情報記録装置であって、
- 光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記情報光を生成する第一の空間光変調器と、
- 前記光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する第二の空間光変調器とを有し、
- 前記対物レンズの入射瞳面における前記情報光の領域及び前記参照光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されており、
- 前記参照光は参照光同士が前記情報記録層において干渉を生じ難いように前記第二の空間光変調器によって空間的に変調されていることを特徴とする光情報記録装置。
- [2] 情報を担持した情報光と参照光とを対物レンズによって記録媒体に照射し、前記記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録する光情報記録装置であって、
- 光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記情報光を生成する第一の空間光変調器と、
- 前記光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する第二の空間光変調器とを有し、
- 前記対物レンズの入射瞳面における前記参照光の領域は、前記情報光の領域を取り囲むように形成されており、
- 前記参照光は、前記参照光の領域内において、前記情報光の領域から放射状に広がる複数の放射状パターンに前記第二の空間光変調器によって空間的に変調されていることを特徴とする光情報記録装置。
- [3] 情報を担持した情報光と参照光とを対物レンズによって記録媒体に照射し、前記記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録する光情報記録装置であって、

光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記情報光を生成する第一の空間光変調器と、

前記光源からの光の強度を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する第二の空間光変調器とを有し、

前記対物レンズの入射瞳面における前記参照光の領域は、前記情報光の領域を取り囲むように形成されていることを特徴とする光情報記録装置。

- [4] 前記第一の空間光変調器及び前記第二の空間光変調器は、共通の空間光変調器の第一の表示領域及び第二の表示領域からなることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の光情報記録装置。
- [5] 前記空間光変調器は、光の強度を変調できる複数の画素を有し、前記複数の画素の位置に応じて出射光の位相が異なることを特徴とする請求項4に記載の光情報記録装置。
- [6] 前記空間光変調器における出射光の位相の分布は、前記参照光の進行方向を光学系の光軸方向以外の方向に偏向させる周期パターンを有することを特徴とする請求項5に記載の光情報記録装置。
- [7] 情報を担持した情報光と参照光とを対物レンズによって記録媒体に照射し、前記記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録する光情報記録方法であって、
前記情報光及び前記参照光は、いずれも複数の画素によって空間的に変調され、
前記対物レンズの入射瞳面における前記情報光の領域及び前記参照光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成され、
前記参照光は参照光同士が前記情報記録層において干渉を生じないように空間的に変調されていることを特徴とする光情報記録方法。
- [8] 情報を担持した情報光と参照光とを対物レンズによって記録媒体に照射し、前記記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録する光情報記録方法であって、
前記情報光及び前記参照光は、いずれも複数の画素によって空間的に変調され、
前記対物レンズの入射瞳面における前記参照光の領域は、前記情報光の領域を

取り囲むように形成され、

前記参照光は、前記参照光の領域において、前記情報光の領域から放射状に広がる複数の放射状パターンに空間的に変調されていることを特徴とする光情報記録方法。

- [9] 前記情報光の領域の中心、前記参照光の領域の中心及び前記複数の放射状パターンの仮想中心点が光学系の光軸であることを特徴とする請求項8に記載の光情報記録方法。
- [10] 前記複数の放射状パターン間における仮想中心角を変化させる又は前記複数の放射状パターンを仮想中心点を中心として回転させることでパターン形状の異なる複数の参照光を形成し、前記情報記録層の重畳する複数の領域に前記パターン形状の異なる複数の参照光を用いて複数の干渉パターンを多重記録することを特徴とする請求項8に記載の光情報記録方法。
- [11] 情報を担持した情報光と参照光とを対物レンズによって記録媒体に照射し、前記記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録する光情報記録方法であって、
前記情報光及び前記参照光は、いずれも複数の画素によって空間的に変調され、
前記対物レンズの入射瞳面における前記参照光の領域は、前記情報光の領域を取り囲むように、且つ前記参照光の領域の中心に対して非対称となるように形成されていることを特徴とする光情報記録方法。
- [12] 情報を担持した情報光と参照光とを対物レンズによって記録媒体に照射し、前記記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録する光情報記録方法であって、
前記情報光及び前記参照光は、いずれも複数の画素によって光の強度が空間的に変調され、
前記対物レンズの入射瞳面における前記情報光の領域及び前記参照光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されていることを特徴とする光情報記録方法。
- [13] 前記情報光の領域の方が前記参照光の領域よりも広く、前記参照光の領域におけ

る単位面積当りの光の強度の方が前記情報光の領域における単位面積当りの光の強度よりも大きいことを特徴とする請求項12に記載の光情報記録方法。

[14] 前記情報光及び前記参照光は、同一の空間光変調器によって空間的に変調されていることを特徴とする請求項7乃至13のいずれか1項に記載の光情報記録方法。

[15] 前記参照光は、前記空間光変調器によって、光の強度及び位相が空間的に変調されることを特徴とする請求項14に記載の光情報記録方法。

[16] 前記参照光は、前記空間光変調器によって、進行方向を光学系の光軸方向以外の方向に偏向されることを特徴とする請求項15に記載の光情報記録方法。

[17] 参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、前記参照光と前記記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生装置であって、

光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する空間光変調器を有し、

前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域及び当該入射瞳面における前記再生光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されており、

前記参照光は参照光同士が前記情報記録層において干渉を生じないように前記空間光変調器によって空間的に変調されていることを特徴とする光情報再生装置。

[18] 参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、前記参照光と前記記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生装置であって、

光源からの光を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する空間光変調器を有し、

前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域は、当該入射瞳面における前記再生光の領域を取り囲むように形成されており、

前記参照光は、前記参照光の領域において、前記再生光の領域から放射状に広がる複数の放射状パターンに前記空間光変調器によって空間的に変調されていることを特徴とする光情報再生装置。

- [19] 参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、前記参照光と前記記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生装置であって、
- 光源からの光の強度を複数の画素によって空間的に変調することで前記参照光を生成する空間光変調器を有し、
- 前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域及び当該入射瞳面における前記再生光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されていることを特徴とする光情報再生装置。
- [20] 前記空間光変調器は、光の強度を変調できる複数の画素を有し、前記複数の画素の位置に応じて出射光の位相が異なることを特徴とする請求項17乃至19のいずれか1項に記載の光情報再生装置。
- [21] 前記空間光変調器における出射光の位相の分布は、前記参照光の進行方向を光学系の光軸方向以外の方向に偏向させる周期パターンを有することを特徴とする請求項20に記載の光情報再生装置。
- [22] 参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、前記参照光と前記記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生方法であって、
- 前記参照光は、複数の画素によって空間的に変調され、
- 前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域及び当該入射瞳面における前記再生光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成され、
- 前記参照光は参照光同士が前記情報記録層において干渉を生じ難いように前記空間光変調器によって空間的に変調されていることを特徴とする光情報再生方法。
- [23] 参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、前記参照光と前記記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生方法であって、
- 前記参照光は、複数の画素によって空間的に変調され、
- 前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域は

、当該入射瞳面における前記再生光の領域を取り囲むように形成され、

前記参照光は、前記参照光の領域において、前記再生光の領域から放射状に広がる複数の放射状パターンに空間的に変調されていることを特徴とする光情報再生方法。

[24] 前記参照光の領域の中心及び前記複数の放射状パターンの仮想中心点が光学系の光軸であることを特徴とする請求項23に記載の光情報再生方法。

[25] 参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、前記参照光と前記記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生方法であって、

前記参照光は、複数の画素によって空間的に変調され、

前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域は、当該入射瞳面における前記再生光の領域を取り囲むように、且つ前記参照光の領域の中心に対して非対称となるように形成されていることを特徴とする光情報再生方法。

[26] 参照光を対物レンズによって記録媒体に照射し、前記参照光と前記記録媒体の情報記録層に記録された干渉パターンとを干渉させることで、情報を担持した再生光を発生させて情報を再生する光情報再生方法であって、

前記参照光は、複数の画素によって光の強度が空間的に変調され、

前記対物レンズの前記参照光についての入射瞳面における前記参照光の領域及び当該入射瞳面における前記再生光の領域は、いずれか一方の領域を他方の領域が取り囲むように形成されていることを特徴とする光情報再生方法。

[27] 前記参照光は、空間光変調器によって、光の強度及び位相が空間的に変調されることを特徴とする請求項22乃至26のいずれか1項に記載の光情報再生方法。

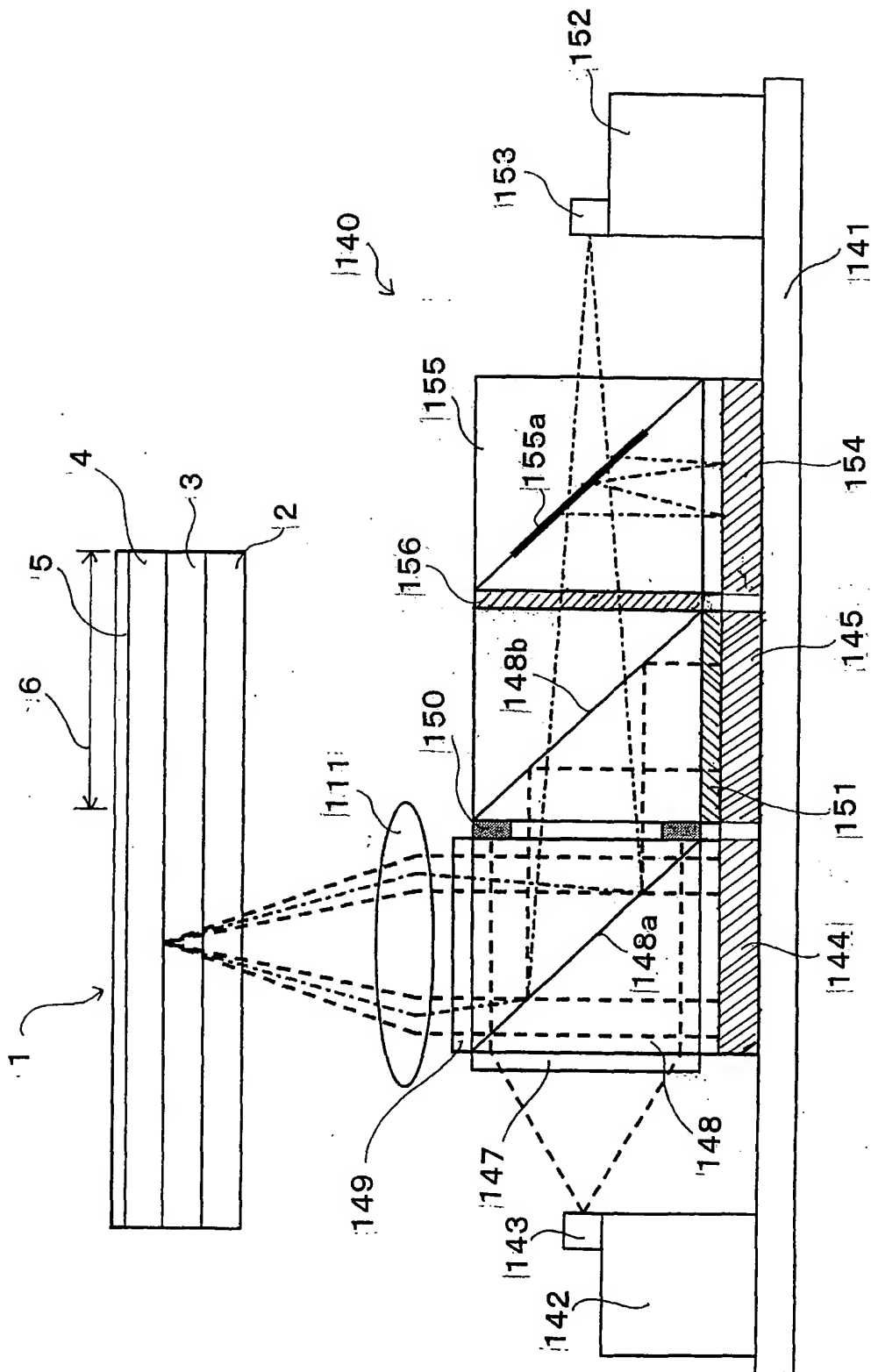
[28] 前記参照光は、前記空間光変調器によって、進行方向を光学系の光軸方向以外の方向に偏向されることを特徴とする請求項27に記載の光情報再生方法。

[29] 前記記録媒体に対して情報を記録するための光源と異なるサーボ用光源と、前記サーボ用光源からの光により前記記録媒体に記録されたアドレス・サーボ情報を得るサーボ情報取得手段とを有していることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項

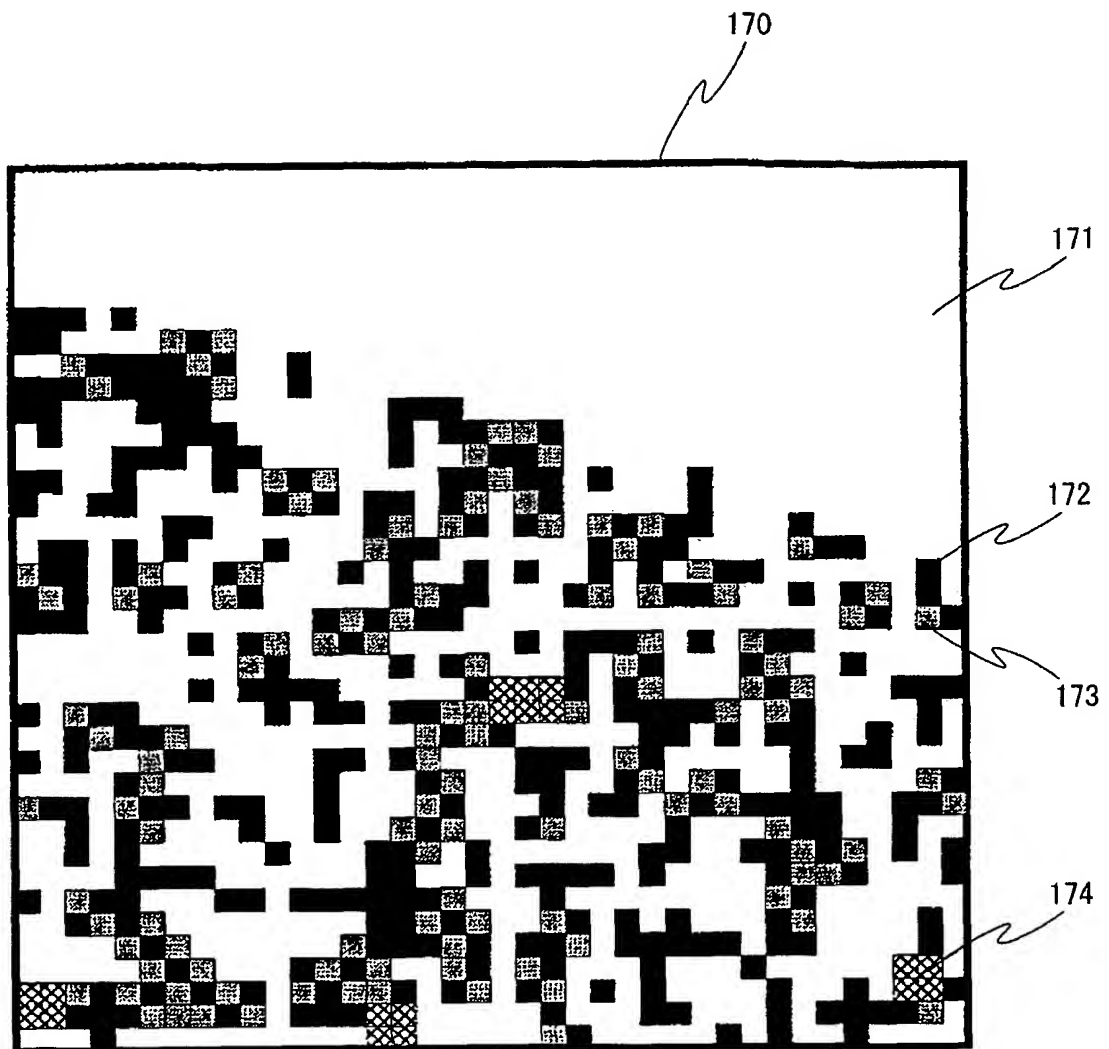
に記載の光情報記録装置。

- [30] 前記記録媒体に対して情報を記録するための光源と異なるサーボ用光源と、前記サーボ用光源からの光により前記記録媒体に記録されたアドレス・サーボ情報を得るサーボ情報取得手段とを有していることを特徴とする請求項17乃至21のいずれか1項に記載の光情報再生装置。

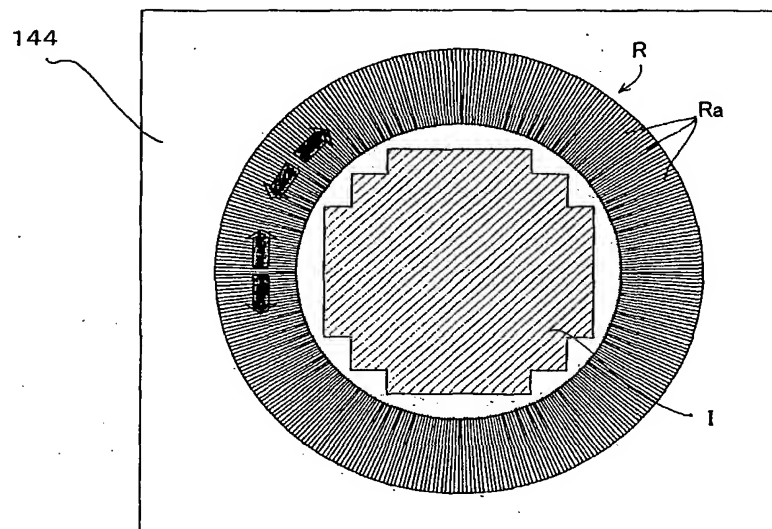
[図1]



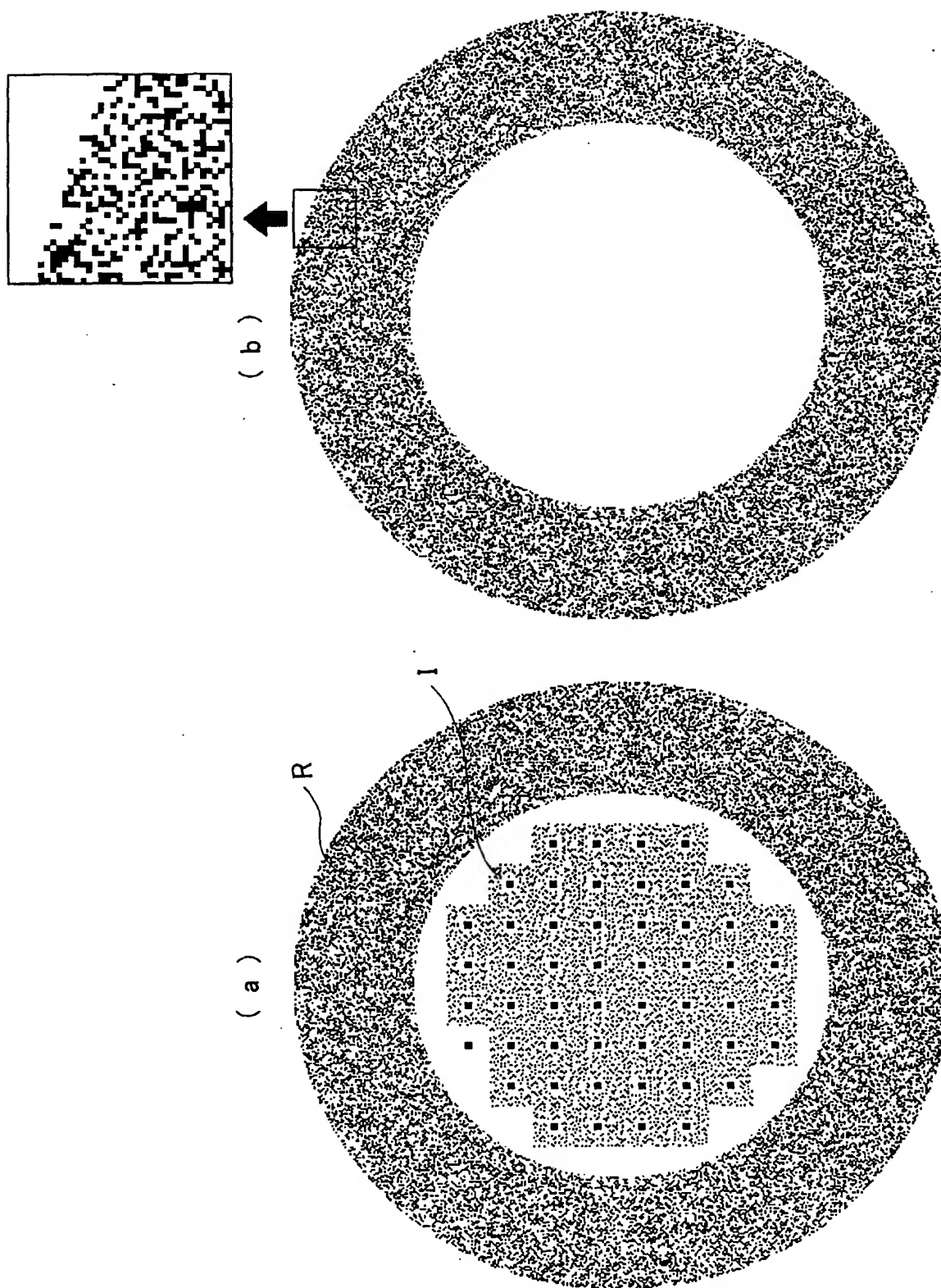
[図2]



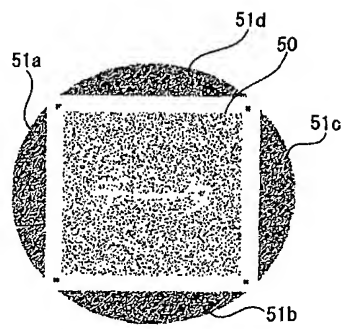
[図3]



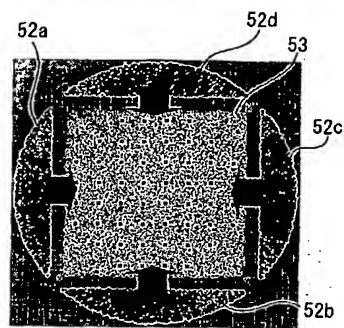
[図4]



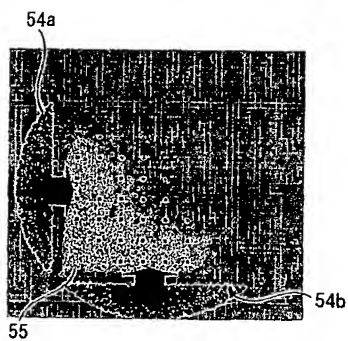
[図5]



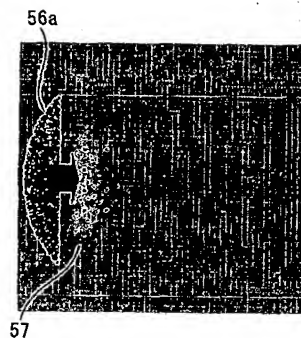
(A)



(B)

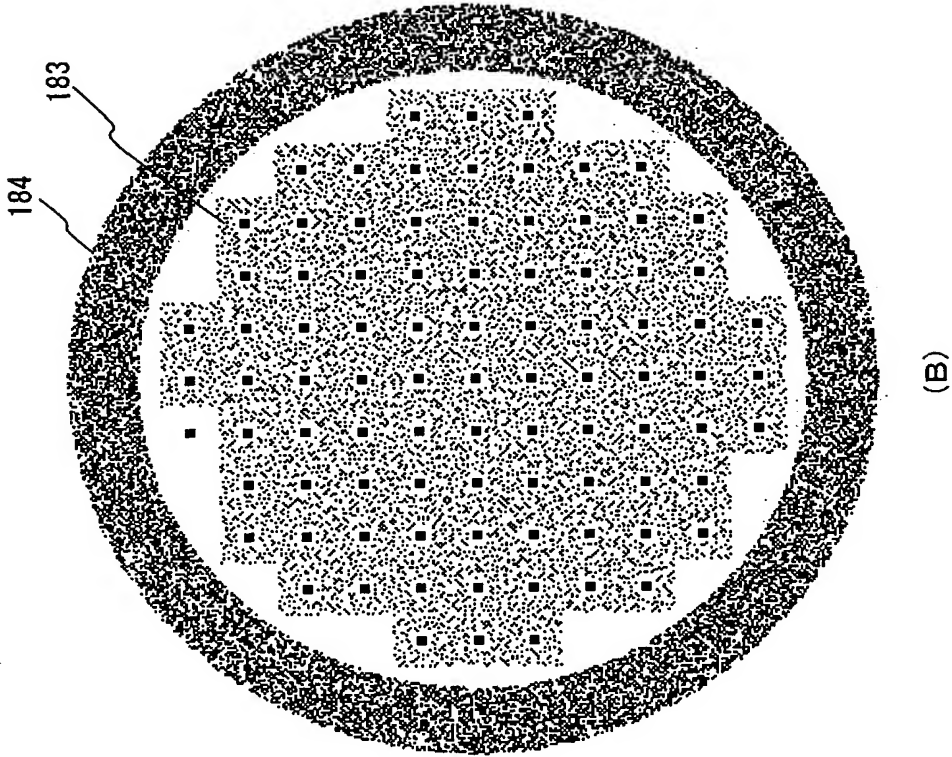


(C)

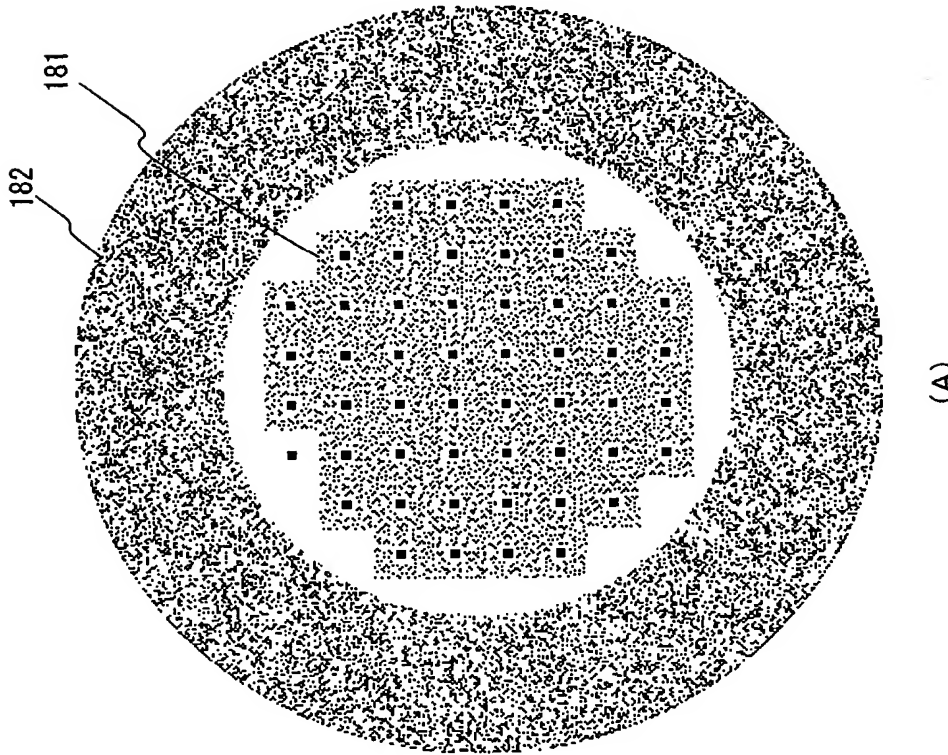


(D)

[図6]

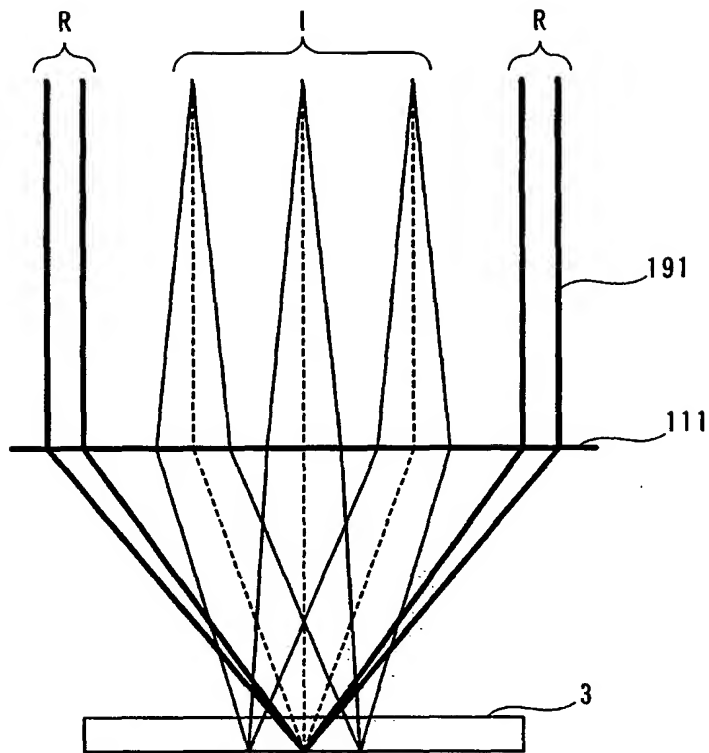


(B)

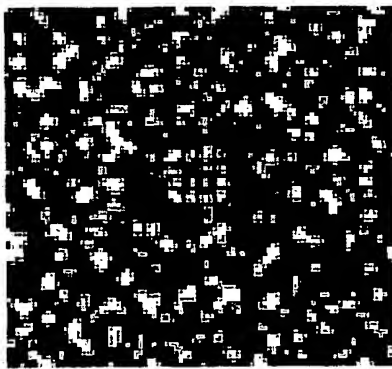


(A)

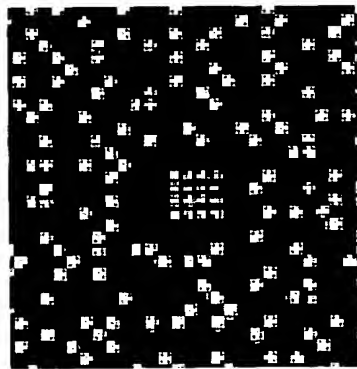
[図7]



[図8]

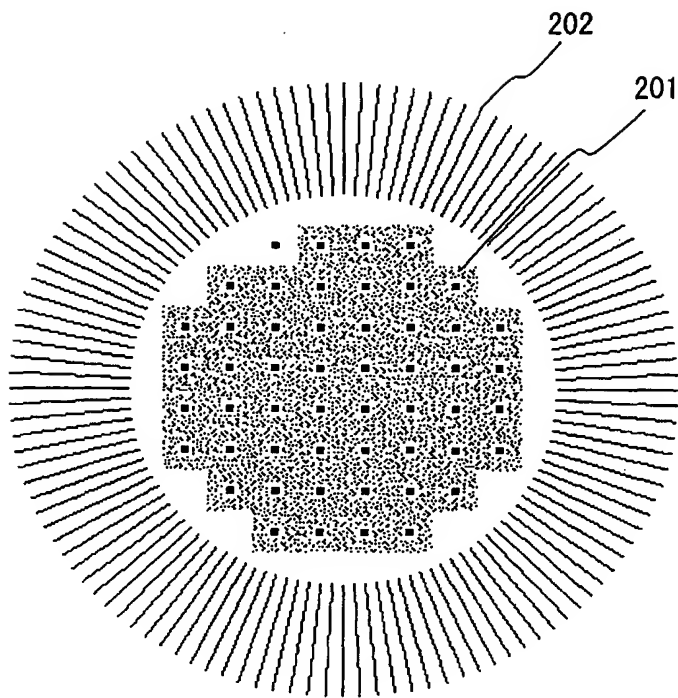


(A)

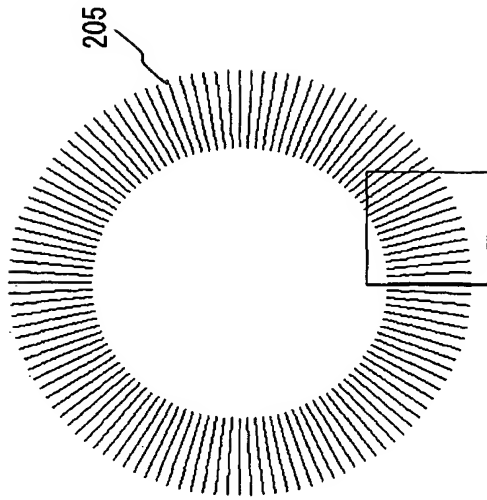


(B)

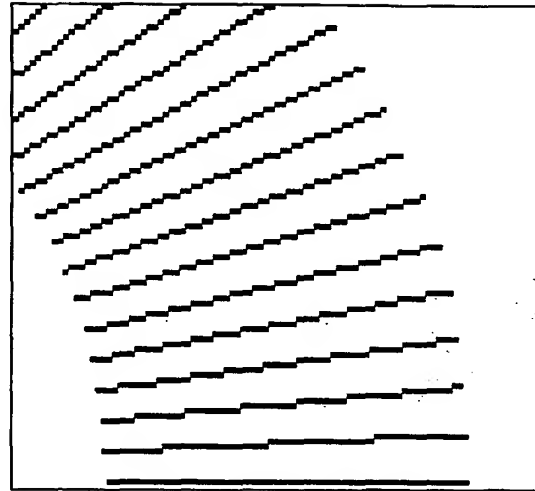
[図9]



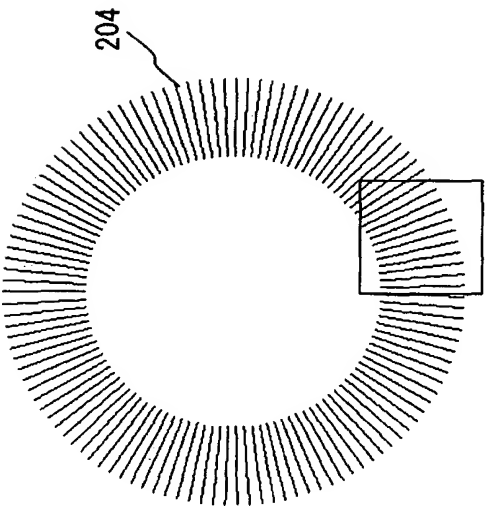
[図10]



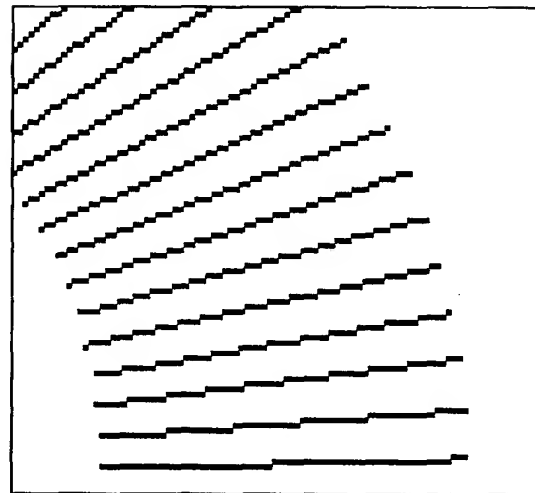
(B1)



(B2)



(A1)

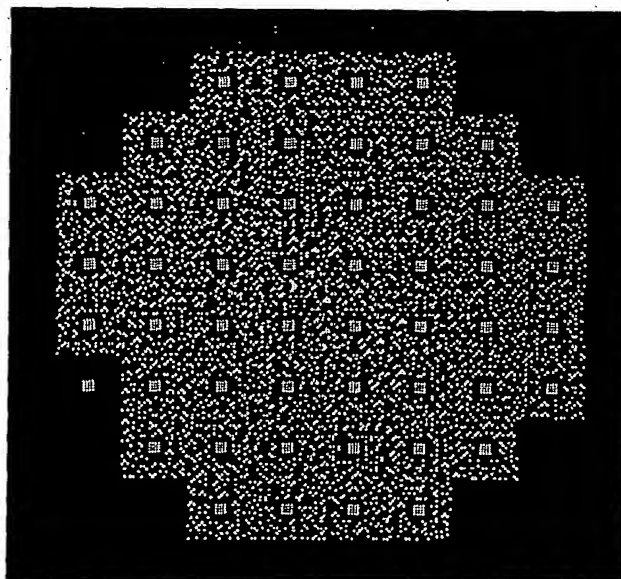


(A2)

[図11]

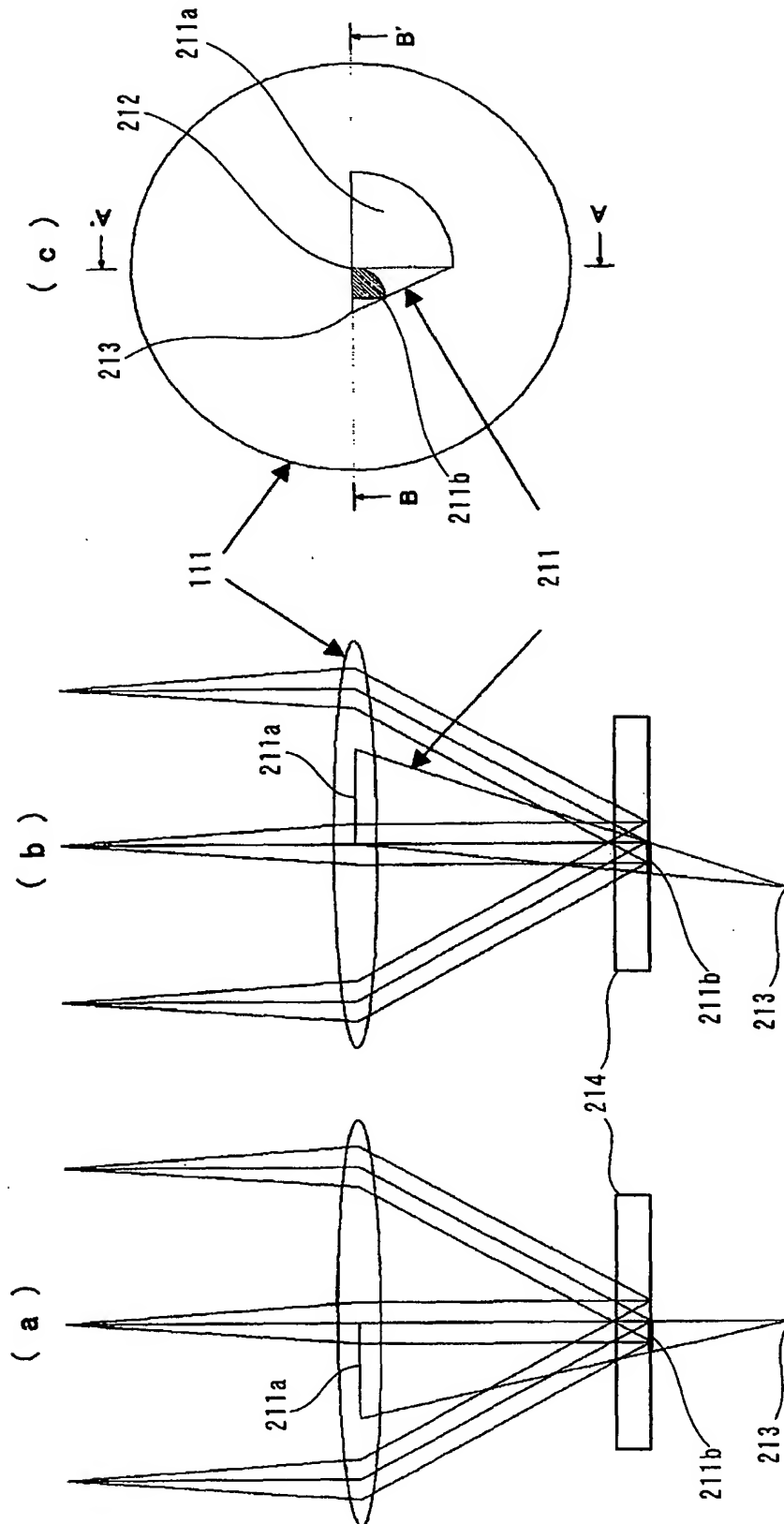


(B)

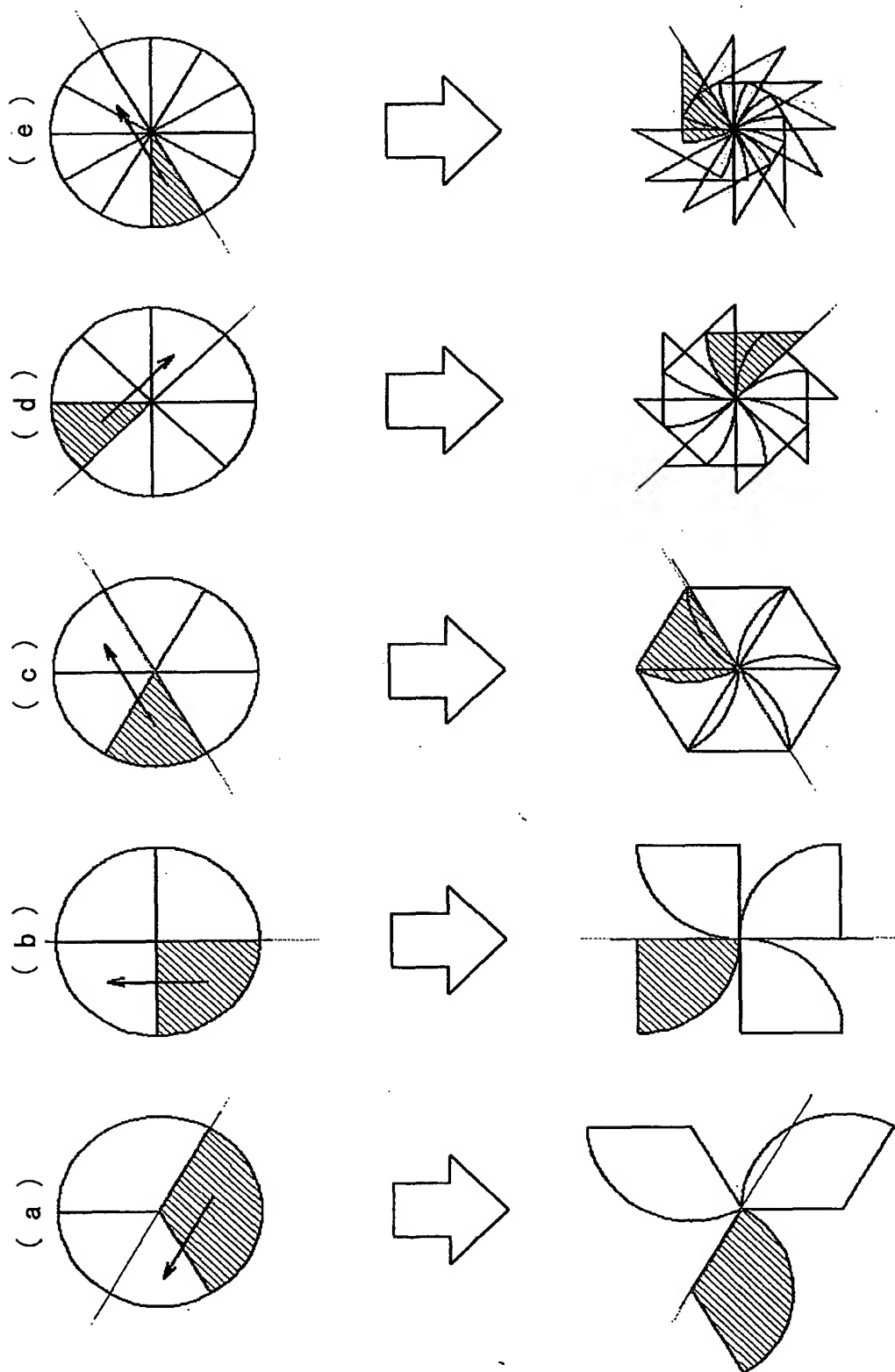


(A)

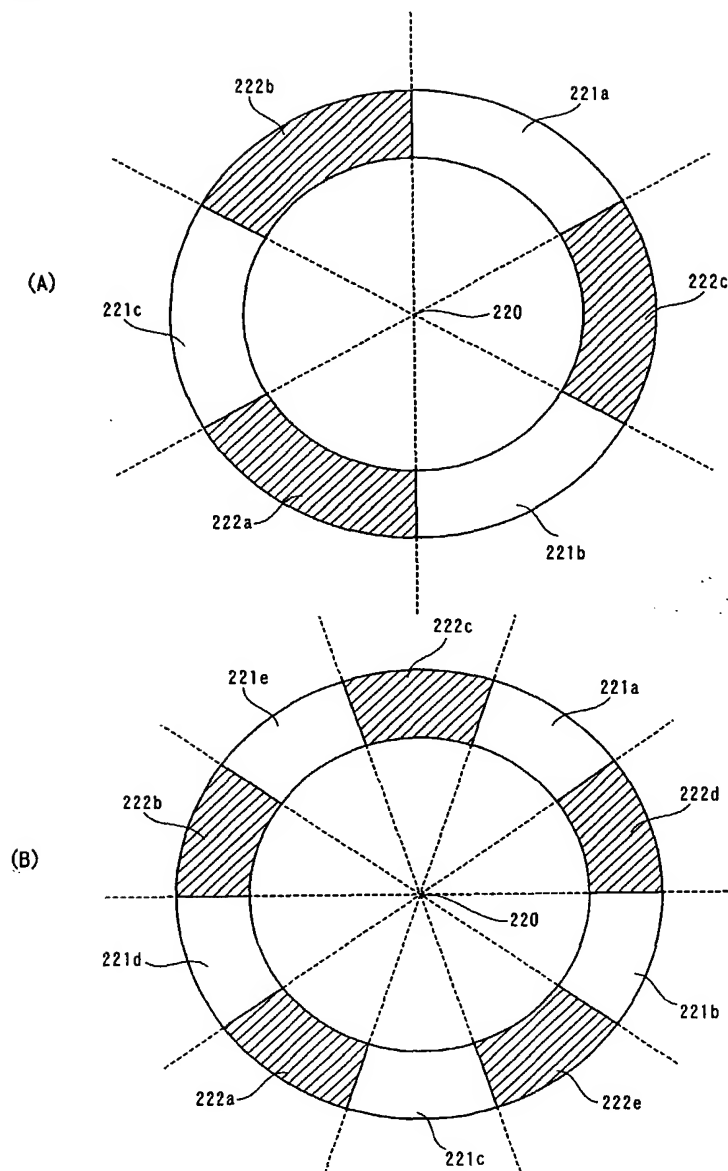
[図12]



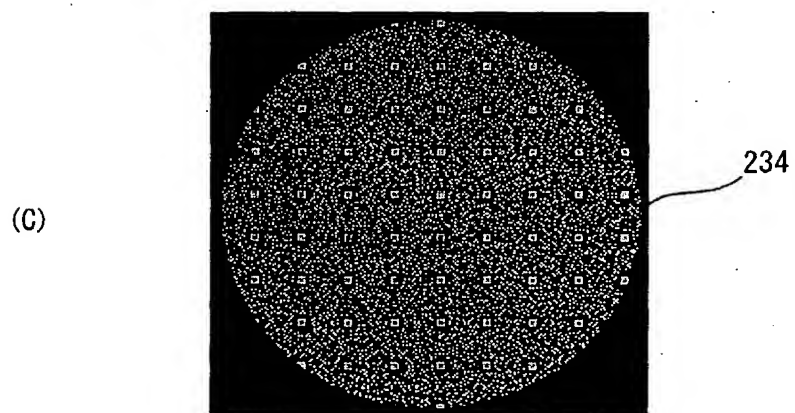
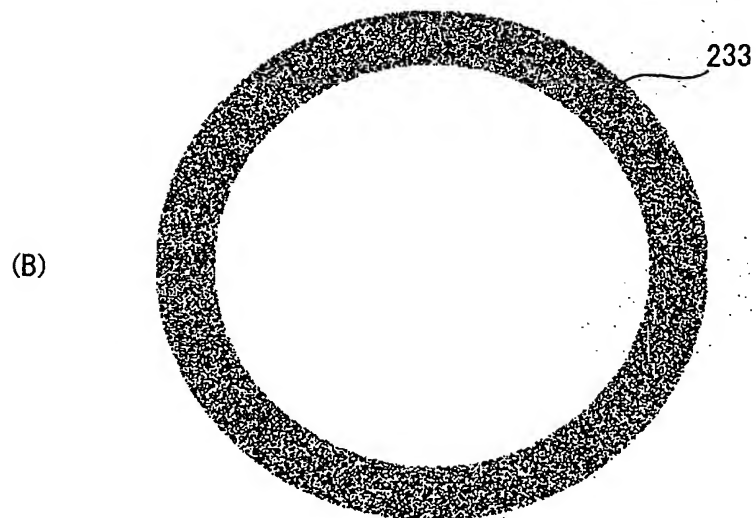
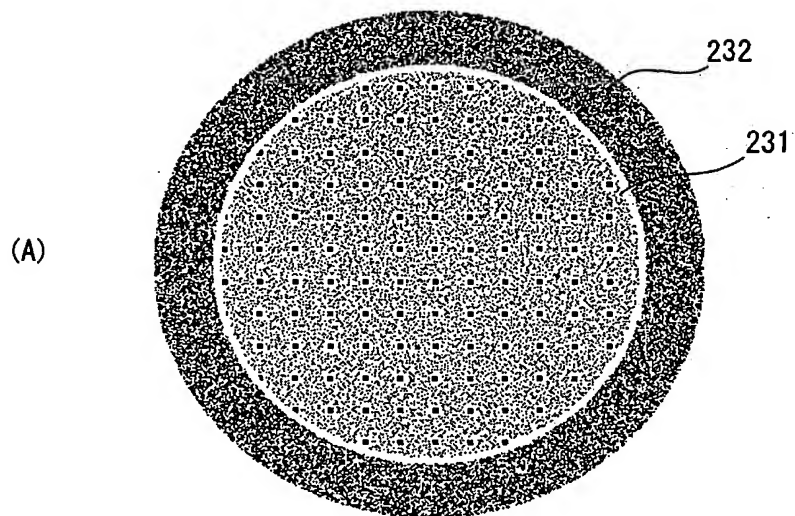
[図13]



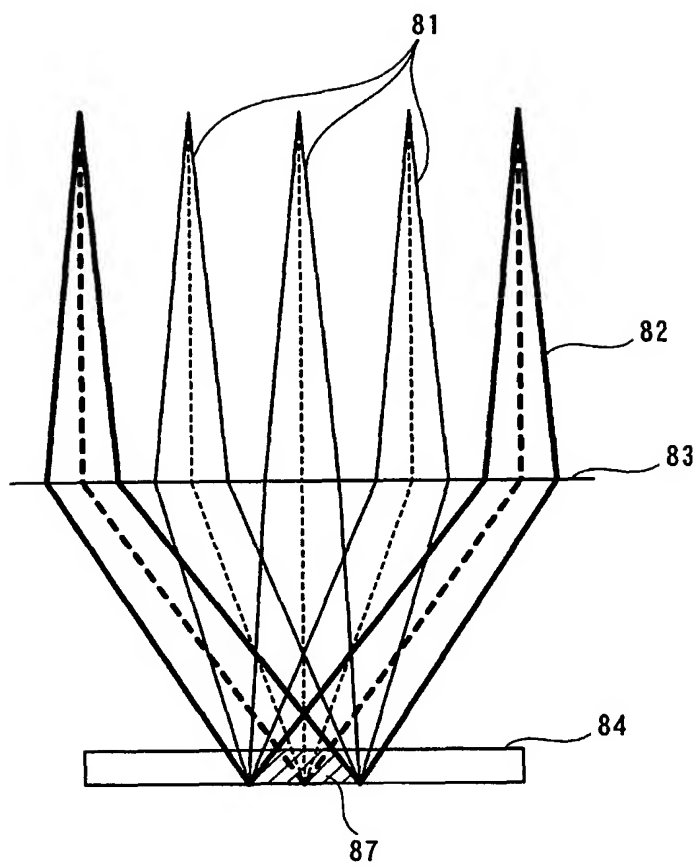
[図14]



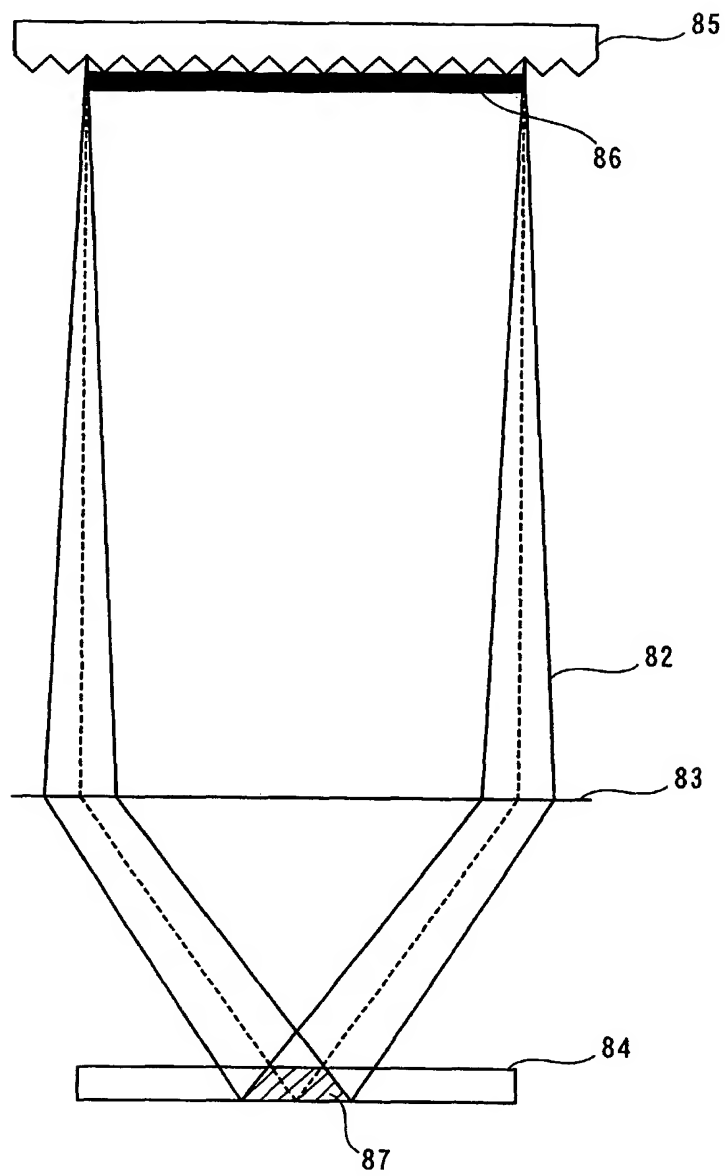
[図15]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/006464

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G11B7/0065, 7/09, 7/125, 7/135, G03H1/04, 1/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G11B7/0065, 7/09, 7/095, 7/125, 7/135, G03H1/04, 1/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-302293 A (Sony Corp.), 13 November, 1998 (13.11.98), Full text; Figs. 1 to 23 (Family: none)	1-30
A	US 6108110 A (Siros Technologies, Inc.), 22 August, 2000 (22.08.00), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-30



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 August, 2004 (23.08.04)

Date of mailing of the international search report
07 September, 2004 (07.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/006464

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-2, 4-11, 14-18, 20-25, 27-30 include such a configuration that no interference is generated between reference lights on the information recording layer as "the special technical feature".

Claims 3, 12-13, 19, 26 relate to inventions not having the aforementioned "special technical feature".

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☒ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/0065, 7/09, 7/125, 7/135,
G03H 1/04 , 1/22

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/0065, 7/09, 7/095, 7/125, 7/135,
G03H 1/04 , 1/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 10-302293 A (ソニー株式会社) 1998. 11. 13 全文, 図1-23 (ファミリーなし)	1-30
A	US 6108110 A (Siros Technologies, Inc.) 2000. 08. 22 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-30

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23. 08. 2004

国際調査報告の発送日

07. 9. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五貫 昭一

5D

9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-2, 4-11, 14-18, 20-25, 27-30は、「特別な技術的特徴」として、参照光同士が情報記録層において干渉を生じ難いようにする構成を備えたものに関する。

請求の範囲3, 12-13, 19, 26は、上記「特別な技術的特徴」を備えていないものに関する。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。